



**EDUARDO DE PAULA SIMÃO**

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRIÇÃO DO MILHO  
SAFRINHA EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA E  
ADUBAÇÃO**

**SETE LAGOAS - MG  
2016**



**EDUARDO DE PAULA SIMÃO**

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRIÇÃO DO MILHO  
SAFRINHA EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA E  
ADUBAÇÃO**

**SETE LAGOAS - MG  
2016**

**EDUARDO DE PAULA SIMÃO**

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRIÇÃO DO MILHO  
SAFRINHA EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA E  
ADUBAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del-Rei, Campus Sete Lagoas como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias na área de concentração em Produção Vegetal.

**Orientador: Prof. Dr. Álvaro Vilela de Resende**  
**Coorientador: Dr. Miguel Marques Gontijo Neto**

**SETE LAGOAS - MG**  
**2016**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Divisão de Biblioteca da UFSJ, MG, Brasil.**

---

S588c Simão, Eduardo de Paula, 1984 -  
2016 Características agronômicas e nutrição do milho safrinha em função de  
épocas de semeadura e adubação / Eduardo de Paula Simão. -- 2016.  
70 f.

Orientador: Álvaro Vilela de Resende.  
Coorientador: Miguel Marques Gontijo Neto.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de São João Del-Rei,  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias.

1. Milho safrinha - Cultivo - Teses. 2. Milho safrinha - Nutrição - Teses. 3.  
Milho safrinha - Sucessão de culturas - Teses I. Simão, Eduardo de Paula. II.  
Resende, Álvaro Vilela de. III. Gontijo Neto, Miguel Marques. IV.  
Universidade Federal de São João Del-Rei. Graduação em Engenharia  
Agrônômica. V. Título.

**EDUARDO DE PAULA SIMÃO**

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRIÇÃO DO MILHO  
SAFRINHA EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA E  
ADUBAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de São João Del-Rei, Campus Sete Lagoas como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias na área de concentração em Produção Vegetal.

**Orientador: Prof. Dr. Álvaro Vilela de Resende**  
**Coorientador: Dr. Miguel Marques Gontijo Neto**

Sete Lagoas, 19 de fevereiro de 2016.

Banca Examinadora:  
Dr. Silvino Guimarães Moreira - UFSJ  
Dr. Emerson Borghi - EMBRAPA

---

Prof. Dr. Álvaro Vilela de Resende – Embrapa  
Orientador

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Eduardo de Paula Simão, nascido em 12 de novembro de 1984 em Sete Lagoas, MG, ingressou no curso de Engenharia Agrônômica na Faculdade de Estudos Administrativos de Minas Gerais em 2010 e o concluiu em 2013. Em 2011 iniciou estágio na Embrapa Milho e Sorgo como bolsista de iniciação científica do CNPq, acompanhando e auxiliando na execução de atividades constantes nos projetos: “Desenvolvimento de tecnologias e ferramentas avançadas para o aperfeiçoamento de sistemas de produção de milho e sorgo em safrinha” e “Integração lavoura-pecuária e lavoura-pecuária-floresta”. Também atuou nas empresas GEPEC, Suporte Rural e REHAGRO, em programas de estágio durante parte da graduação, acompanhando e executando atividades relacionadas à comercialização de insumos agrícolas e consultorias técnicas. Em março de 2014 iniciou o mestrado em produção vegetal no programa de pós-graduação da Universidade Federal de São João Del Rei, no campus de Sete Lagoas, desenvolvendo sua dissertação baseando-se nos experimentos de manejo da adubação de milho safrinha, na região de Rio Verde – GO, que consta no projeto intitulado “Desenvolvimento de tecnologias e ferramentas avançadas para o aperfeiçoamento de sistemas de produção de milho e sorgo em safrinha”.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, Ely e Ademiro; a meus irmãos, Flaviane e Renato; e à minha noiva, Carolina, pelo incentivo e apoio.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela proteção e saúde.

Ao Dr. Álvaro Vilela de Resende, pela orientação e por acreditar em mim na execução desta dissertação.

Ao Dr. Miguel Marques Gontijo Neto, pela coorientação e apoio.

Ao Dr. José Carlos Cruz, pelos ensinamentos e experiência de vida.

Ao Dr. Israel Alexandre Pereira Filho, pela amizade.

Aos meus pais, Ely e Ademiro, pelo apoio e incentivo.

Aos meus irmãos, Flaviane e Renato, pelo companheirismo.

À minha noiva, Carolina, pela paciência e compreensão.

Aos meus amigos da casinha, pela amizade, companheirismo e ensinamentos.

Aos colegas da Embrapa Milho e Sorgo, pelo apoio na execução dos trabalhos e pela amizade.

À banca examinadora, Dr. Emerson Borghi e Dr. Silvino Guimarães Moreira, pela contribuição na melhoria do trabalho.

À FAPEMIG, pela concessão da bolsa de estudos.

A todos os professores da UFSJ que participaram da minha formação científica.

Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.



## SUMÁRIO

Páginas

<b>CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRIÇÃO DO MILHO SAFRINHA EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA E ADUBAÇÃO .....</b>	<b>i</b>
Resumo .....	i
Abstract .....	ii
Introdução Geral.....	1
Referências Bibliográficas .....	4
<b>CAPÍTULO 1: RESPOSTA DO MILHO SAFRINHA À ADUBAÇÃO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA NA REGIÃO DE RIO VERDE – GO .....</b>	<b>7</b>
Resumo .....	7
Abstract .....	8
Introdução .....	9
Material e Métodos .....	11
Resultados e Discussão .....	15
Conclusões .....	29
Referências bibliográficas .....	30
<b>CAPÍTULO 2: EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELO MILHO SAFRINHA EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA E ADUBAÇÃO EM RIO VERDE-GO .....</b>	<b>35</b>
Resumo .....	35
Abstract .....	36
Introdução .....	37
Material e Métodos .....	39
Resultados e Discussão .....	42
Conclusões.....	53
Referências bibliográficas.....	54
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>58</b>

## CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRIÇÃO DO MILHO SAFRINHA EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA E ADUBAÇÃO

**RESUMO** – No Brasil Central, o potencial produtivo do milho em sucessão à soja cultivada no verão é muito dependente das condições climáticas ao longo do ciclo, o que, conseqüentemente, afeta a demanda de nutrientes pela cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta agrônômica e determinar a extração e exportação de nutrientes pelo milho safrinha, em diferentes combinações de épocas de semeadura e adubação NPK. O estudo foi realizado em área experimental do Centro Tecnológico da COMIGO, na cidade de Rio Verde – GO, nos anos de 2013 e 2014. A cada um dos referidos anos, em duas épocas de semeadura após a colheita da soja de verão, foram conduzidos experimentos em delineamento de blocos casualizados, num esquema fatorial 4x2, constituído por quatro opções de adubação NPK na semeadura (00-00-00, 00-50-50, 25-50-50 e 50-50-50 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), com ou sem adubação nitrogenada de cobertura (0 ou 50 kg ha<sup>-1</sup> de N). Foram cultivados os híbridos P 30F53 YH e DKB 310 PRO no primeiro e segundo anos, respectivamente. Foram coletados dados de altura de plantas, altura e número de espigas, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, peso de mil grãos e produtividade; essas variáveis foram abordadas no primeiro capítulo. O segundo capítulo trata de avaliações realizadas no ano de 2014, quando foram coletadas plantas em cada parcela, separadas em folha, colmo, palha, sabugo e grãos, sendo secas, pesadas e analisadas para quantificar a extração e a exportação de nutrientes. Foi realizada análise estatística conjunta, considerando os cultivos ou épocas de semeadura dentre as fontes de variação no estudo de variância. A produtividade de grãos do milho safrinha é influenciada pela época de semeadura, que define as condições de disponibilidade hídrica, e pela adubação nitrogenada em cobertura, sem expressar resposta à adubação NPK na semeadura, que, em janeiro, favorece a produtividade por conciliar melhor a distribuição de chuvas no final da fase de desenvolvimento vegetativo e na fase reprodutiva. Independente da época de cultivo e da adubação NPK na semeadura, a aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio em cobertura promove ganho de produtividade. A semeadura em janeiro e o nitrogênio em cobertura resultam em maior extração da maioria dos nutrientes, sem necessariamente implicar em maior exportação com a colheita dos grãos. Em média, as taxas de exportação para cada tonelada de grãos colhida correspondem a 14,2; 1,5; 2,8; 0,07; 0,7; e 1,0 kg de N, P, K, Ca, Mg e S; e a 2,0; 11,8; 3,9; e 15,8 g de Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente.

**Palavras-chave:** Sucessão de culturas; adubação de manutenção; demanda nutricional; veranico; *Zea mays* L

## **AGRONOMIC CHARACTERISTICS AND NUTRITION OF SECOND-SEASON CORN IN FUNCTION OF SOWING TIME AND FERTILIZATION**

**ABSTRACT** - In Central Brazil, the productive potential of corn in succession to soybeans grown in the summer is very dependent on weather conditions throughout the cycle, which consequently affects the demand for nutrients by culture. The objective of this study was to evaluate the agronomic response and determine the extraction and export of nutrients from the winter maize in different combinations of sowing and NPK fertilization times. The study was conducted in the experimental area of the COMIGO Technological Center in the city of Rio Verde - GO, in the years 2013 and 2014. Each year, in two sowing after harvesting the summer soybean were conducted design experiments randomized blocks in a 4x2 factorial scheme, consists of four NPK options at sowing (00-00-00, 00-50-50, 25-50-50 and 50-50-50 kg ha<sup>-1</sup> N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> -K<sub>2</sub>O), with or without nitrogen topdressing (0 or 50 kg ha<sup>-1</sup> N). Hybrids P 30F53 and YH 310 PRO DKB were grown in the first and second year, respectively. It was collected height data of plants, height and number of ears, number of rows per ear, grain row by number, thousand kernel weight and productivity. These variables were discussed in the first chapter. The second chapter discusses the evaluations conducted in 2014, when plants were collected in each plot separated into leaf, stem, straw, corncobs and kernels, dried and weighed, and then analyzed to quantify the extraction and export of nutrients. Joint Statistical analysis was performed, considering the crops or sowing seasons among the sources of variation in the analysis of variance. The productivity of winter maize grain is influenced by sowing time, which defines the conditions of water availability, and the nitrogen fertilization, without expressing response to NPK fertilizer at sowing that in January favors productivity to reconcile better distribution of rainfall at the end of vegetative growth phase and reproductive phase. Regardless of the growing season and NPK fertilizer at sowing, application of 50 kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen topdressing promotes productivity gains. Sowing in January and nitrogen topdressing result in increased extraction of most nutrients without necessarily imply greater export with crop of grain. On average, export rates for each ton of grain harvested correspond to 14.2; 1.5; 2.8; 0.07; 0.7; e1,0 kg of N, P, K, Ca, Mg and S; and 2.0; 11.8; 3.9; and 15.8 g of Cu, Fe, Mn and Zn, respectively.

**Keywords:** Crop succession; fertilization; nutrient requirements; dry spell; *Zea mays* L

## INTRODUÇÃO GERAL

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas mais importantes para a economia brasileira, sendo a segunda com maior produção de grãos no território nacional e com grande participação nas exportações. Hoje, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho (USDA, 2015), concentrando a maior parte da produção na segunda safra (CONAB, 2016), denominada de safrinha.

O milho safrinha recebeu esta denominação devido às condições menos favoráveis, especialmente quanto à disponibilidade hídrica, na época de cultivo após a colheita da safra de verão, normalmente explorada com a cultura da soja. Dessa forma, o milho safrinha tem menor potencial de produção se comparado ao seu cultivo na safra normal, no período primavera/verão. Não obstante, atualmente a safrinha vem sendo conduzida com técnicas de produção capazes de permitir desempenho satisfatório do milho, o que tem levado à ampliação de área dessa modalidade, sobretudo na região do Cerrado. Dentre essas técnicas destaca-se a utilização de cultivares de soja precoce, permitindo a antecipação da semeadura do milho em sucessão para épocas com menores riscos climáticos (Cruz et al., 2013; Agritempo, 2016).

O risco de estabelecimento do milho na região centro-sul do Brasil aumenta quando a semeadura é realizada a partir de fevereiro (Cardoso et al., 2004). Portanto, para bons rendimentos, deve haver planejamento do sistema safra/safrinha, tendo início pela escolha do ciclo da cultura da safra, que deve permitir ao milho, em sucessão, um maior aproveitamento do período de chuva regular (Duarte, 2004; Galvão et al., 2015). Segundo Pedrotti (2014), o milho cultivado na safrinha tem seu potencial reduzido devido às condições climáticas e, mesmo sob irrigação, a produtividade é menor comparada ao milho cultivado na safra, indicando que as variações na temperatura, luminosidade e umidade do ar também podem ser fatores que limitam o potencial produtivo.

Avaliando o efeito da época de semeadura e adaptação de cultivares de milho na safrinha, Gontijo Neto et al. (2013) testaram 11 cultivares de milho em semeadura realizada nos meses de janeiro e fevereiro de 2013, em Rio Verde - GO, e concluíram que o retardamento na época de semeadura reduziu a produtividade de grãos, chegando a uma queda de produção de 66 kg ha<sup>-1</sup> a cada dia de atraso a partir da semeadura realizada em janeiro.

Além da época de cultivo, também deve-se considerar a capacidade de o solo reter umidade, justificando que a produção de milho safrinha se dê, predominantemente, em regiões de solos argilosos, que conservam mais a umidade, amenizando, assim, os efeitos da falta de chuva ao longo do ciclo (Duarte, 2004).

Mesmo com a evolução deste sistema de produção ainda existem riscos para o cultivo do milho safrinha. Conforme relatado por Broch & Ranno (2009), o milho safrinha deve ser semeado apenas em solos com fertilidade construída, pois não existe tempo hábil para se manejá-los em busca de correção das suas características químicas, físicas e biológicas, entre a colheita da cultura da primeira safra e a semeadura de uma segunda. Deve-se considerar, ainda, que o risco de produção na safrinha não justifica grandes investimentos na lavoura; por essa razão, busca-se redução de custos para a viabilidade deste sistema de produção.

Um solo com fertilidade já construída irá exigir menor investimento em fertilizantes, que têm expressiva participação nos custos de produção (Richetti, 2012). Por outro lado, a boa nutrição do milho safrinha também melhora a tolerância das plantas aos efeitos do déficit hídrico (Coelho & Resende, 2008).

Em função disso, as doses de adubação devem ser baseadas no potencial produtivo da cultura para a época de semeadura, a fim de repor os nutrientes que serão exportados pelos grãos (Duarte et al., 2011).

Kappes & Zancanaro (2014) chamam a atenção para a importância do entendimento do sistema de produção, para que os solos da região do Cerrado mantenham seu potencial produtivo; destacam também a necessidade de se aprimorar os métodos de manejo e conservação, além de aumentar a eficiência da aplicação de fertilizantes, com um plano de gerenciamento e acompanhamento da fertilidade ao longo do tempo. Os autores relatam que, em algumas situações, o produtor opta por não realizar adubação do milho safrinha, principalmente quando a expectativa de produtividade não é animadora. A longo prazo, a repetição dessa decisão pode levar a um balanço negativo de nutrientes no sistema de culturas, devido à exportação de nutrientes pelos grãos sem a devida reposição. Dessa forma, é importante considerar o gerenciamento do balanço nutricional do sistema safra/safrinha e estabelecer estratégias de manejo que reduzam os impactos na fertilidade do solo.

A adubação do milho safrinha nas mais diversas regiões produtoras é bastante variável, mas basicamente realizada com adubos contendo nitrogênio (N), fósforo (P) e/ou potássio (K); em raras situações se opta por realizar a adubação também com micronutrientes.

O N é o nutriente mais demandado pela cultura do milho (Vergütz & Novais, 2015) e nem sempre está disponível para a absorção, por ser um elemento dinâmico no solo. A baixa concentração deste nutriente no solo ou sua indisponibilidade para absorção vegetal torna necessário seu fornecimento através de fertilizantes nitrogenados para suprir a demanda da cultura (Catarella, 2007).

Segundo esse autor, a adubação nitrogenada é um dos componentes mais caros na produção agrícola, requerendo maior atenção em seu emprego a fim de maximizar a eficiência de seu aproveitamento pelas culturas.

A época de aplicação do fertilizante nitrogenado e a forma de distribuição podem ser estratégias para se reduzir as perdas e disponibilizar o nutriente na fase de maior exigência das plantas; sua alta mobilidade no solo permite a aplicação parcelada após a semeadura, proporcionando maior eficiência na absorção pelas culturas (Ceretta et al., 2007). Duarte (2004) recomenda que a adubação nitrogenada no milho safrinha seja preferencialmente realizada na semeadura, objetivando a redução de gastos com maquinário e mão de obra. Entretanto, se o cultivo for realizado em solos arenosos ou em sucessão a outra gramínea, torna-se necessário maiores doses de nitrogênio, recomendando-se, nessa situação, a adubação nitrogenada em cobertura.

Conforme Coelho (2008), o milho responde a doses variadas de N na maioria dos ensaios executados no país, demandando que cada região ajuste sua própria técnica para atender ao requerimento do nutriente nos cultivos de safrinha. As principais regiões produtoras de milho safrinha têm a soja como cultura de verão, cujos restos culturais permanecem sobre o solo, disponibilizando nutrientes com sua decomposição. De acordo com Roscoe & Miranda (2013), a fixação simbiótica na soja disponibiliza nos restos culturais cerca de 35 a 45 kg ha<sup>-1</sup> de N para o milho em sucessão e, adicionalmente, cada 1% de matéria orgânica no solo libera em torno de 20 kg ha<sup>-1</sup> de N. Dependendo da sequência de rotação de culturas com leguminosas, a dose de adubo nitrogenado no milho pode ser reduzida em até 50% (Lopes et al., 2004).

Se comparada ao cultivo na safra primavera/verão, a demanda de P e K pelo milho safrinha é menor devido ao potencial produtivo mais limitado nesse período. De acordo com Coelho & Resende (2008), em função dos teores geralmente altos de P e K em solos onde se cultiva o milho safrinha, existe baixa probabilidade de resposta à adubação com estes

nutrientes, indicando que, nesse caso, a aplicação deve ser realizada somente para compensar a exportação.

Uma recomendação genérica do Instituto Agrônomo de Campinas, para solos com teores médio a alto de P e K, é que se faça aplicação de 200 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 15-15-15, complementando com adubação nitrogenada em cobertura, conforme as condições climáticas durante o cultivo e a expectativa de produtividade (Duarte, 2004).

As informações sobre o manejo da adubação do milho safrinha tendem a ser regionalizadas e dependentes da expectativa de produtividade, dificultando a adoção de uma recomendação agrônômica fixa e extrapolável para diferentes situações.

Portanto, para aprimoramento do manejo, o ideal é que diferentes possibilidades de adubação sejam avaliadas em âmbito local, a fim de subsidiar a tomada de decisão com base em respostas ajustadas a condicionantes edafoclimáticos e de históricos mais particularizados.

Nesse contexto, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar a resposta agrônômica e determinar a extração e exportação de nutrientes pelo milho safrinha, em diferentes combinações de épocas de semeadura e adubação NPK, na região de Rio Verde – GO.

## **REFERÊNCIAS:**

AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico: Zoneamento de risco climático – Goiás.** Embrapa Informática Agropecuária - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. < <https://www.agritempo.gov.br/zoneamento/mapas/GO.html>. Acesso em 13 de janeiro de 2016.

BROCH, D. L.; RANNO, S. K. Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura do milho safrinha, In: **Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de inverno 2009.** Fundação MS, Maracaju-MS, 2009. p. 5-29.

CARDOSO, C. O; FARIA, R. T; FOLEGATTI, M. V. **Simulação do rendimento e riscos climáticos para o milho safrinha em Londrina - PR, utilizando o modelo Ceres-Maiz.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.24, n.2, p.291-300, 2004.

CATARELLA, H. Nitrogênio. In: **Fertilidade do Solo.** Ed. NOVAIS, R. F. et al. Viçosa. Sociedade brasileira de ciências do solo. 2007. p.375-470.

CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; PAVINATO, A. Manejo da Adubação. In: **Fertilidade do Solo.** Ed. NOVAIS, R. F. et al. Viçosa. Sociedade brasileira de ciências do solo. 2007. p.851-872.

COELHO, A. M. Nutrição e adubação do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R. E MAGALHÃES, P. C. **A cultura do milho**. Embrapa Milho e Sorgo. p.131-155. 2008.

COELHO, A. M.; RESENDE, A. V. **Exigências nutricionais e adubação do milho safrinha**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2008. 10 p. (Circular Técnica 111).

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 3 - Safra 2015/16, n 5 - Quinto levantamento, fevereiro 2016.

CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; SIMÃO, E. P. Safrinha deve superar a safra de verão. **Revista Campo & Negócio**. N. 127, 24-29, 2013.

DUARTE, A. P.; CANTARELLA, H.; BATISTA, K. Manejo do nitrogênio e ciclagem de nutrientes na cultura do milho safrinha. In: ASSIS, R. L.; SILVA, A. G.; GODOY, C. S. **Milho Safrinha**. X Seminário Nacional. Anais. Rio Verde, 2009. P. 89-105

DUARTE, A. P.; GERAGE, A. C.; CECCON, G.; SILVA, V. A.; CRUZ, J. C.; BIANCO, R.; SOUZA, E. D.; PEREIRA, F. C.; SOARES FILHO, R. Milho Safrinha. In: . CRUZ, J. C.; MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MOREIRA, J. A. A. **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 306-324.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

GALVÃO, J. C. C.; TROGELLO, E.; PEREIRA, L. P. L. Milho Segunda Safra. In: **Milho: do plantio à colheita**. Ed. GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. G. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. p.207-223

GONTIJO NETO, M. M.; MAY, A.; VANIN, A.; SILVA, A. F.; SIMÃO, E. P.; SANTOS, E. A.; QUEIROZ, L. R.; BARCELOS, V. G. F. Avaliação de cultivares de milho e épocas de semeadura em safrinha na região de Rio Verde (GO). XII **Seminário Nacional de Milho Safrinha “Estabilidade e Produtividade”**. Dourados, MS, 2013. p. 1-6.

KAPPES, C.; ZANCANARO, L. Manejo da fertilidade do solo em sistemas de produção no Mato Grosso. In: KARAM, D.; MAGALHÃES, P. C. **Eficiência nas cadeias produtivas e abastecimento global**. Salvador: Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2014. p. 358-381.

LOPES, A. S.; WIETHOLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo**, São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2004. 115p.

PEDROTTI, M. C. **Produtividade de soja e milho em função da época de semeadura sob irrigação e sequeiro**. 2014. 38p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.



RICHETTI, A. Viabilidade econômica da cultura do milho safrinha, 2013, em Mato Grosso do Sul. **Comunicado Técnico 182**. Dourados, MS. 2012

ROSCOE, R; MIRANDA, R. DE A, S. **Manejo da Adubação do Milho Safrinha**. Fundação MS. 2013. Disponível em: [http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/49/49/5399b261378ac99ed5725dd348adaefdb4f8adf4176b1\\_capitulo-01\\_manejo-e-adubacao-do-milho-safrinha.pdf](http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/49/49/5399b261378ac99ed5725dd348adaefdb4f8adf4176b1_capitulo-01_manejo-e-adubacao-do-milho-safrinha.pdf). Acesso em: 03/10/2015.

UNITED STATES DEPARTMENT AGRICULTURE – USDA. **Agricultural Projections**. Disponível em: <http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome>. Acesso em: 12 de novembro de 2015.

VERGUTZ, L.; NOVAIS, R. F. Recomendação de Corretivos e Adubação. In: GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. **Milho do Plantio à Colheita**. Editora UFV, Viçosa. 2015. p.108-136.

## RESPOSTA DO MILHO SAFRINHA À ADUBAÇÃO EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA NA REGIÃO DE RIO VERDE – GO

**RESUMO** - A época de semeadura e o suprimento de nutrientes influenciam o desempenho do milho safrinha. Neste trabalho, objetivou-se avaliar a resposta do milho à adubação NPK, em semeadura realizada nos meses de janeiro e fevereiro, sucedendo a cultura da soja, na região de Rio Verde – GO. O estudo foi realizado em área experimental do Centro Tecnológico da COMIGO, nos anos de 2013 e 2014. A cada ano e época de semeadura foi conduzido um experimento em delineamento de blocos casualizados, num esquema fatorial 4x2, constituído por quatro opções de adubação NPK na semeadura (00-00-00, 00-50-50, 25-50-50 e 50-50-50 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), com ou sem adubação nitrogenada de cobertura (0 ou 50 kg ha<sup>-1</sup> de N). Foram cultivados os híbridos P 30F53 YH e DKB 310 PRO, no primeiro e segundo anos, respectivamente, e coletados os dados de altura de plantas e de espigas, além do número de espigas, de fileiras por espiga, de grãos por fileira, peso de mil grãos e produtividade. Foi realizada análise estatística conjunta, considerando os quatro cultivos ou épocas de semeadura dentre as fontes de variação na análise de variância. A produtividade de grãos do milho safrinha é influenciada pela época de semeadura- que define as condições de disponibilidade hídrica- e pela adubação nitrogenada em cobertura, sem expressar resposta à adubação NPK na semeadura, que, em janeiro, favorece a produtividade por conciliar melhor a distribuição de chuvas no final da fase de desenvolvimento vegetativo e na fase reprodutiva- etapas críticas para o potencial produtivo do milho. Independente da época de cultivo e da adubação NPK na semeadura, a aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura promove ganho significativo de produtividade.

**Palavras-chave:** Sucessão de culturas; adubação de manutenção; veranico; *Zea mays* L

## SECOND-SEASON CORN RESPONSE TO FERTILIZATION IN DIFFERENT SEEDING TIME IN RIO VERDE-GO AREA

**ABSTRACT** - The seeding time and the supply of nutrients influence the performance of second-season corn. This study aimed to evaluate the response of corn to NPK fertilizer in sowing in January and February succeeding the soybean crop in the Rio Verde – GO area. The study was conducted in the experimental area of the COMIGO Technological Center in the years 2013 and 2014. For each year and seeding time, an experiment was conducted in a randomized block design in a 4x2 factorial scheme, and it consisted of four NPK options in seeding time (00-00-00, 00-50-50, 25-50-50 and 50-50-50 kg ha<sup>-1</sup> N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), with or without nitrogen topdressing (0 to 50 kg ha<sup>-1</sup> N<sup>-1</sup>). Hybrids P 30F53 YH and DKB 310 PRO were grown in the first and second year, respectively. It was collected the plant height data, height of ears, number of ears, number of rows per ear, number of grains by row, thousand kernel weight and productivity. Joint Statistical analysis was performed, considering the four crops or sowing seasons among the sources of variation in the analysis of variance. The productivity of second-season maize grain is influenced by sowing time, which defines the conditions of water availability, and the nitrogen fertilization, without expressing response to NPK fertilizer at sowing. Seeding in January favors productivity to reconcile better distribution of rainfall at the end of vegetative growth phase and reproductive phase, critical steps for the production of maize potential. Regardless of the growing season and NPK fertilizer at sowing, application of 50 kg ha<sup>-1</sup> N topdressing promotes significant productivity gain.

**Keywords:** Crop succession; fertilization; nutrient requirements; dry spell; *Zea mays* L

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é a segunda cultura mais produzida no Brasil, com finalidades que atendem ao consumo humano, animal e para bioenergia. Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial desta cultura, atrás apenas dos Estados Unidos e da China.

O milho é produzido principalmente em duas épocas: no verão (6,1 milhões de hectares) e na segunda safra, a safrinha (9,0 milhões de hectares), sendo esta última, atualmente, o principal período de produção, tendo a região Centro-Oeste em notoriedade, com uma área de 5,7 milhões de hectares destinados a este cultivo (CONAB, 2016).

O desempenho produtivo do milho safrinha é primariamente dependente da época de semeadura, que deve ser realizada logo após a colheita da cultura do verão para maior aproveitamento do período de chuvas, pois quanto mais tardia for, menor será o potencial produtivo e maior o risco de produção (Duarte et al., 2011). Cardoso et al. (2004) simularam riscos climáticos e sua relação com o rendimento de grãos no estado do Paraná, chegando à conclusão de que a probabilidade de insucesso no estabelecimento do milho “safrinha” aumenta substancialmente quando a semeadura é realizada a partir de fevereiro, provando os efeitos negativos da semeadura tardia, que corresponde a uma ameaça à produção por reduzir significativamente o potencial produtivo da cultura (Gontijo Neto et al., 2013).

O agricultor acaba não tendo pleno controle da data de implantação da safrinha, pois a época de semeadura do milho depende do ciclo e das operações de manejo e colheita da cultura anterior. O uso de soja precoce tem favorecido o milho em sucessão, possibilitando a antecipação da semeadura para períodos com menor risco à produção. Em vista disso, quando há intenção de se realizar a semeadura de milho na segunda safra, o produtor deve planejar a primeira visando colher mais cedo, o que viabiliza a semeadura do milho em sucessão com maior aproveitamento do período de chuvas (Galvão et al., 2015).

Além das condições climáticas, as características do solo também devem ser consideradas para o sucesso do milho safrinha. Broch & Ranno (2009) indicam que a aptidão do solo é um fator importante para este milho, recomendando sua implantação em áreas com fertilidade construída. Um perfil de solo abundante em nutrientes beneficia o desenvolvimento radicular, aumentando a capacidade de a planta explorá-lo, permitindo acesso à umidade presente em camadas mais profundas.

Contudo, é preciso considerar também que o investimento em fertilizantes deve ser feito de forma racional, por ter expressiva participação nos custos de produção (Richetti, 2013). Embora a fertilização melhore a capacidade das plantas em resistir aos efeitos do déficit hídrico (Coelho & Resende, 2008), as doses fornecidas ao milho safrinha devem ser baseadas no potencial produtivo para a época, considerando-se, ainda, os créditos de nutrientes derivados do efeito residual da adubação e da decomposição dos restos culturais da cultura anterior, possibilitando uma atividade economicamente viável (Duarte et al., 2011).

Assim, a adubação deve maximizar o potencial produtivo, porém mantendo a economicidade em ambiente de safrinha. De qualquer modo, deve-se garantir, no mínimo, a reposição dos nutrientes exportados na colheita dos grãos; dessa maneira, a quantidade de nutriente a ser fornecida é dependente da expectativa de produtividade (Roscoe & Miranda, 2013), a qual, por sua vez, é influenciada pela época de semeadura e pelas características edafoclimáticas de cada região.

O manejo da adubação de manutenção do sistema milho safrinha em sucessão à soja relaciona-se basicamente ao fornecimento de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). O milho é beneficiado pelo residual da adubação e pelos restos culturais que permanecem sobre o solo após a colheita da soja, os quais, durante a decomposição, disponibilizam nutrientes, sobretudo o nitrogênio proveniente da fixação biológica na simbiose com o rizóbio.

O N é essencial para qualquer vegetal, pois é constituinte da maioria dos compostos e reações bioquímicas (Cantarella, 2007); sua concentração nos tecidos vegetais é de grande importância para a produção, por ser remobilizado na fase de enchimento de grãos (Souza & Fernandes, 2006). A suplementação de nitrogênio deve atender à demanda da cultura, em especial nos momentos mais críticos. Segundo França & Resende (2003), cerca de 65% da absorção de nitrogênio pela cultura do milho acontece na fase vegetativa, sendo necessário disponibilidade suficiente para atender aos requerimentos nesta fase, a fim de não comprometer a produtividade.

Duarte et al. (2009) recomendam que a aplicação de N para o milho safrinha seja realizada preferencialmente na semeadura, para assegurar o desenvolvimento vigoroso da planta nos estágios iniciais e reduzir as perdas por volatilização. Porém, destacam que a adubação de cobertura pode ser viável para regiões onde sabe-se que as condições climáticas possibilitam melhor eficiência deste manejo e melhoria do potencial produtivo do milho. Kappes et al. (2009) relataram que a adubação em cobertura promove respostas agronômicas

positivas no milho safrinha cultivado no Mato Grosso. De acordo com Broch & Ranno (2012), o N distribuído no sulco de semeadura tem apresentado melhor resultado se comparado à aplicação em cobertura, muito embora as condições climáticas e a decomposição dos restos culturais da soja impeçam uma resposta mais expressiva do milho à adubação nitrogenada na safrinha.

O fósforo é um nutriente envolvido em processos de liberação de energia para reações metabólicas. Além disso, integra composições estruturais e participa na respiração e na fotossíntese. Sua deficiência reduz a longevidade de folhas e, conseqüentemente, a produção de fotoassimilados que seriam direcionados para os grãos (Fletcher et al., 2008). Já o potássio participa no transporte de carboidratos e, principalmente, no controle osmótico das células estomáticas, possibilitando maior tolerância das plantas de milho à perda de umidade do solo na época da safrinha (Vergütz & Novais, 2015).

As demandas de fósforo e potássio pela cultura do milho são significativas devido às elevadas taxas de exportação de P nos grãos e de extração de K pelas plantas (Duarte & Cantarella, 2007), especialmente em sistemas de alta produtividade. Na safrinha, tais exigências são razoavelmente atendidas com a decomposição dos restos culturais da soja (Cruz et al., 2011) e pelas reservas do solo. As formas mais comuns de se realizar as adubações fosfatada e potássica têm sido a aplicação no sulco de semeadura e, mais recentemente, a distribuição a lanço antecipada ao cultivo de verão.

Tendo em vista a diversidade de práticas de manejo que vêm sendo adotadas na adubação do milho safrinha em diferentes regiões produtoras, o ideal é que sejam realizados ajustes conforme os condicionantes e particularidades existentes localmente. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resposta do milho safrinha à adubação NPK, em semeadura de janeiro e fevereiro na região de Rio Verde – GO.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo consistiu na avaliação de resposta à adubação pelo milho safrinha em quatro cultivos, envolvendo semeadura em janeiro- dentro do período favorável para cultivo- e em fevereiro- fora do período favorável para cultivo (Agritempo, 2016), nos anos 2013 e 2014. Foi conduzido na área experimental do Centro Tecnológico da COMIGO (Cooperativa de Produtores do Sudoeste de Goiás), na cidade de Rio Verde – GO, com coordenadas: S 17°

45.969' e W 051° 02.255', altitude média de 748m. Em cada ano e época de semeadura (24/01/2013; 27/02/2013; 29/01/2014 e 25/02/2014) utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, num esquema fatorial 4x2, sendo os tratamentos constituídos por quatro opções de adubação NPK na semeadura (00-00-00, 00-50-50, 25-50-50 e 50-50-50 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) e dois níveis de N em cobertura (0 ou 50 kg ha<sup>-1</sup> de N), na forma de ureia.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2013), com textura argilosa e relevo com média ondulação, tendo sido cultivado com soja nas safras de verão em 2012/2013 e 2013/2014. Foram realizadas amostragens de solo na profundidade de 0-20 cm, antes da semeadura do milho safrinha em cada ano, estando os resultados apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1-** Atributos do solo na área experimental na profundidade de 0-20 cm, antes da semeadura do milho safrinha nos anos de 2013 e 2014.

Atributo	Ano		Atributo	Ano	
	2013	2014		2013	2014
Matéria orgânica (dag kg <sup>-1</sup> )	2,7	2,5	K (mg dm <sup>-3</sup> )	49,4	44,1
pH em água	5,4	5,8	Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	1,6	2,7
Al (cmol <sub>c</sub> cm <sup>-3</sup> )	0,0	0,0	Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	0,2	0,9
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,3	4,7	CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,4	8,4
P Mehlich 1 (mg dm <sup>-3</sup> )	15,2	25,0	Saturação por bases (%)	30,8	43,7

\* Análise granulométrica: areia = 530 g kg<sup>-1</sup>; silte = 80 g kg<sup>-1</sup>; e argila = 390 g kg<sup>-1</sup>. Metodologias analíticas descritas em Silva (2009).

A adubação da soja foi realizada na semeadura a cada ano agrícola e constituiu-se de 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 02-20-18. As sementes foram inoculadas com rizóbio e a produtividade média observada foi de 50 sacas por hectare. Entre o primeiro e segundo ano agrícola, em outubro de 2013, realizou-se calagem com a aplicação de 2,1 toneladas de calcário dolomítico por hectare, conforme interpretação da análise de solo, buscando atingir 60% de saturação por bases (Alvarez et al., 1999).

No primeiro ano de experimento foi semeado o híbrido P 30F53 YH e, no segundo, o híbrido DKB 310 PRO, ambos objetivando estande de 60.000 plantas por hectare, em espaçamento de 0,5 m entre linhas, utilizando uma semeadora de parcelas. As sementes foram tratadas com imidacloprido e tiodicarb (38 g e 112 g dos produtos para 60.000 sementes) no momento da semeadura.

As adubações com fósforo e potássio foram realizadas com o mecanismo adubador da semeadora de parcelas, utilizando uma mistura dos fertilizantes superfosfato simples (fonte de P) e cloreto de potássio (fonte de K). A adubação nitrogenada foi realizada conforme os tratamentos com ureia, distribuída manualmente nas linhas de semeadura no momento da semeadura, e em cobertura sobre as entrelinhas, quando as plantas estavam em estágio vegetativo V3.

Por volta de 15 dias após a semeadura, foram aplicados os herbicidas atrazine e tembotrione (1,5 kg ha<sup>-1</sup> e 100 g ha<sup>-1</sup>), para controle de plantas invasoras, e os inseticidas imidacloprido e beta-ciflutrin (100 e 13 g ha<sup>-1</sup>), para insetos e pragas do início do ciclo. Foram também realizadas duas pulverizações de fungicida azoxistrobina + ciproconazol (60 + 24 g ha<sup>-1</sup>), nos estádios V10 e VT (início da fase de florescimento), com exceção do experimento da primeira época de semeadura em 2013, que recebeu apenas a aplicação em VT. Por fim, no estágio VT, foram aplicados os inseticidas metomil e teflubenzurom (129 e 15 g ha<sup>-1</sup>), para controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), via pulverização.

Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura nos meses de condução do experimento em 2013 e 2014 estão apresentados na Figura 1; estes serviram também para verificar a ocorrência de deficiência hídrica ao longo dos diferentes períodos de cultivo do milho safrinha, por meio de uma aplicação adaptada do programa Irriga fácil (Albuquerque et al., 2012), que permite estimar a disponibilidade hídrica no solo em função da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) e do requerimento de água em cada fase do ciclo (K<sub>c</sub>) da cultura, tendo como entrada o lançamento de dados diários de chuva e temperatura.

A partir dos dados de temperatura foi feito o cálculo de unidade térmica diária (UTC), utilizando-se metodologia proposta por Dufault (1997), que considera como acúmulo de graus-dia (GD) a diferença da temperatura média diária em relação à temperatura basal inferior da cultura do milho. Nesse cálculo, assumiu-se que o desenvolvimento do milho possui temperatura basal de 10°C (Monteith & Elston, 1996).

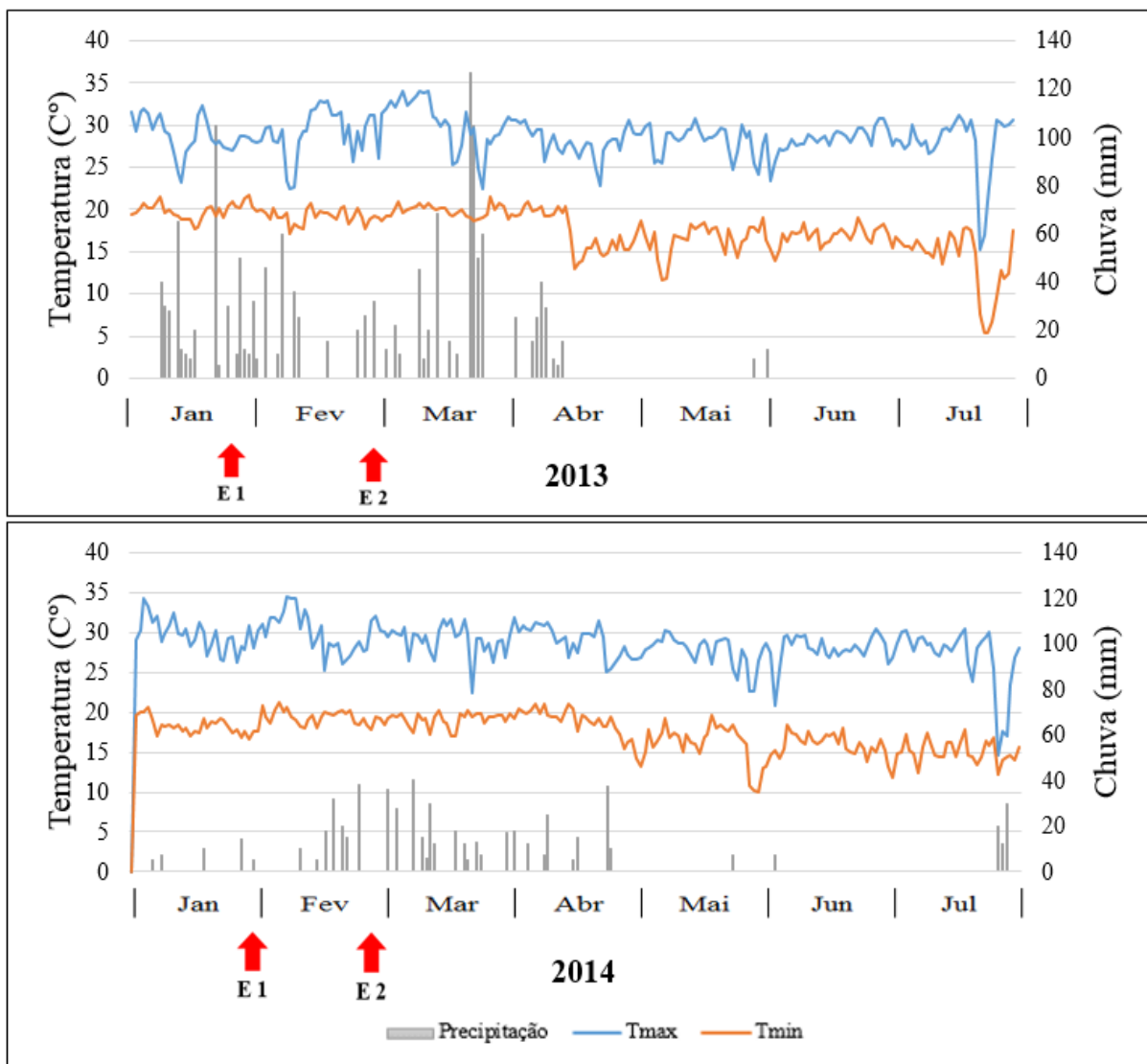
Considerou-se a expressão:

$$UTD = \sum \left[ \frac{(T_{m\acute{a}x} + T_{m\grave{i}n})}{2} - T_b \right]$$

Em que: UTD = Unidade térmica diária (°C); T máx = Temperatura máxima do dia considerado (°C); T min = Temperatura mínima do dia considerado (°C); T<sub>b</sub> = Temperatura basal inferior.



Sequencialmente foi feita a soma das unidades térmicas diárias para estimar o início da fase reprodutiva das cultivares de milho. Sendo assim, adotou-se o valor de 760 GD para o híbrido P 30F53 (Ferreira et al., 2013) e 860 GD para o DKB 310 (Cruz et al., 2015).



**Figura 1-** Dados de temperaturas máxima (Tmax) e mínima (Tmin) e precipitação pluviométrica (mm) na área experimental do Centro Tecnológico da COMIGO, em Rio Verde – GO, nos anos de 2013 e 2014. As setas em vermelho indicam as épocas de semeadura em janeiro (E1) e fevereiro (E2) de cada ano.

Cada parcela foi constituída de quatro linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas em 0,5 m entre si. Como área útil, foram consideradas as duas linhas centrais, sendo descartado 1 m de cada extremidade, totalizando 3m<sup>2</sup> de área amostral. As colheitas foram realizadas em 11/06/2013, 16/07/2013, 24/06/2014 e 22/07/2014; foram coletados os

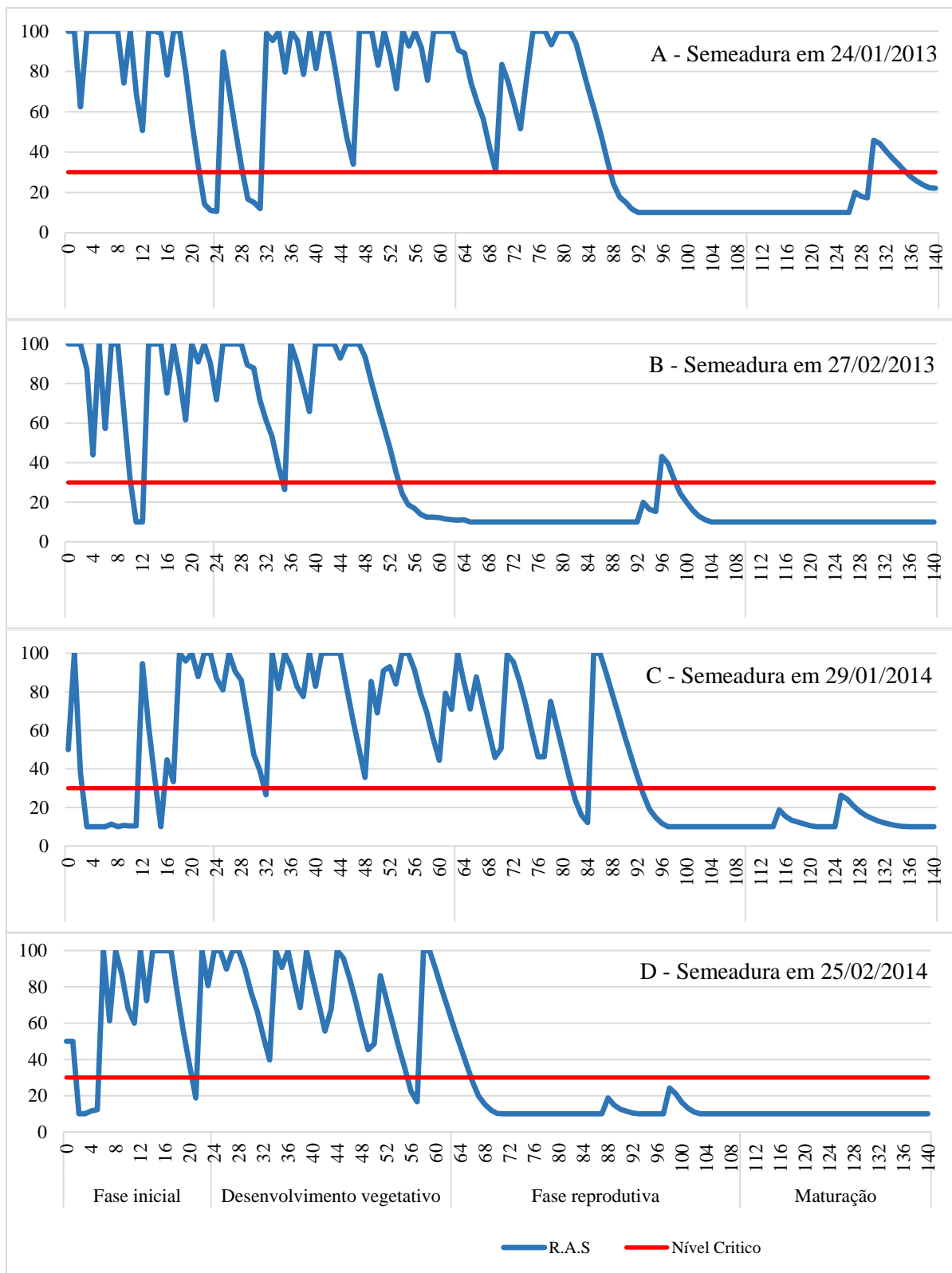
dados de altura de plantas e de espigas em duas plantas por parcela. A partir do material colhido foram feitas contagens do total de espigas, além do número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira em sete espigas por parcela. Após a debulha, determinou-se o peso de 1000 grãos e a produtividade final, corrigidos para 13% de umidade.

Realizou-se uma análise estatística conjunta dos quatro cultivos, incluindo-os dentre as fontes de variação na análise de variância dos dados, considerando que cada cultivo envolveu combinação distinta de cultivar, época de semeadura e condições climáticas. Quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, com auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011). Também foi realizada análise de correlação de Pearson entre as médias de produtividade de grãos e os componentes de produção avaliados, utilizando o programa Action (Portal Action, 2013) integrado ao Excel. Para interpretação, considerou-se o método de classificação adaptado por Shimakura (2006), pelo qual coeficientes variando de 0,00 a 0,19; 0,20 a 0,39; 0,40 a 0,69; 0,70 a 0,89; e 0,90 a 1,00 indicam correlação muito fraca, fraca, moderada, forte e muito forte, respectivamente.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As diferenças quanto aos híbridos utilizados em cada ano e às variáveis climáticas (Figura 1) proporcionaram condições distintas nos quatro cultivos do milho safrinha, influenciando o desempenho da cultura (Tabela 2). É nítida a insuficiência hídrica no solo estimada para os cultivos com semeadura realizada no final do mês de fevereiro dos anos 2013 e 2014, sobretudo a partir da fase reprodutiva do milho (Figura 2B e 2D), comprovando que os cultivos com semeadura tardia são especialmente afetados pelo maior risco de déficit hídrico nas fases mais avançadas e críticas do ciclo.

No ano de 2013 as chuvas em abril cessaram antes, comparando-se ao ano de 2014 (Figura 1), reduzindo, assim, a disponibilidade hídrica no solo abaixo do nível crítico ainda na fase de desenvolvimento vegetativo da cultura semeada em 27 de fevereiro (Figura 2B). Mesmo com o prolongamento do período de chuvas no ano de 2014, o cultivo com semeadura em 25 de fevereiro foi prejudicado pela deficiência hídrica no início da fase reprodutiva (Figura 2D).



**Figura 2-** Reserva de água no solo – R.A.S. (% da capacidade de campo) ao longo do período de cultivo de milho safrinha semeado em janeiro e fevereiro de 2013 e 2014, em Rio Verde – GO. Estimativa a partir de dados de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), precipitação pluviométrica, temperatura e de acordo com o requerimento de água pela cultura em cada fase do ciclo (K<sub>c</sub>).

A análise estatística conjunta dos quatro cultivos permitiu verificar que a variação de híbridos e as épocas de semeadura influenciaram significativamente a produtividade de grãos e os componentes de produção do milho de forma mais expressiva que os tratamentos envolvendo o manejo da adubação. A adubação NPK de semeadura teve efeito apenas sobre o peso de 1.000 grãos, enquanto a adubação nitrogenada em cobertura afetou significativamente a altura de planta e de espiga, o número de fileiras de grãos na espiga e a produtividade; somente o número de fileiras de grãos na espiga apresentou interações entre as fontes de variação (Tabela 2).

**Tabela 2-** Resumo da análise de variância para as variáveis altura de planta (Alt. Pl.), altura de inserção de espiga (Alt. Esp.), número de fileiras de grãos na espiga (Nº Fil.), número de grãos por fileira (Nº Grãos), peso de mil grãos (P1000g) e produtividade de grãos (Prod.).

F.V.	G.L.	Quadrado médio					
		Alt.Pl.	Alt.Esp.	Nº Fil.	Nº Grãos	P1000g	Prod.
Cultivo-C	3	17423**	9348,8**	22,7**	381,5**	102360,0**	86402652,3**
Repetição(C)	12	200,7	88,7	0,6	3,0	102,7	525383,4
NPKsemeadura-S	3	18,5	73,5	0,4	2,8	902,9 *	972380,5
N Cobertura-Co	1	1601,0**	630,5 *	1,2 *	17,8	3,0	3985476,1 *
S x Co	3	41,1	17,0	0,8 *	2,6	121,3	587223,1
C x S	9	171,5	87,6	0,6 *	5,3	422,4	1059165,1
C x Co	3	128,5	12,1	1,8 **	1,8	322,7	450694,5
C x S x Co	9	66,1	42,6	0,4	2,1	74,5	816297,2
Resíduo	84	93,9	59,2	0,2	5,8	269,4	970877,1
Total	127						
C.V. (%)		4,80	7,27	3,05	7,27	6,30	15,00

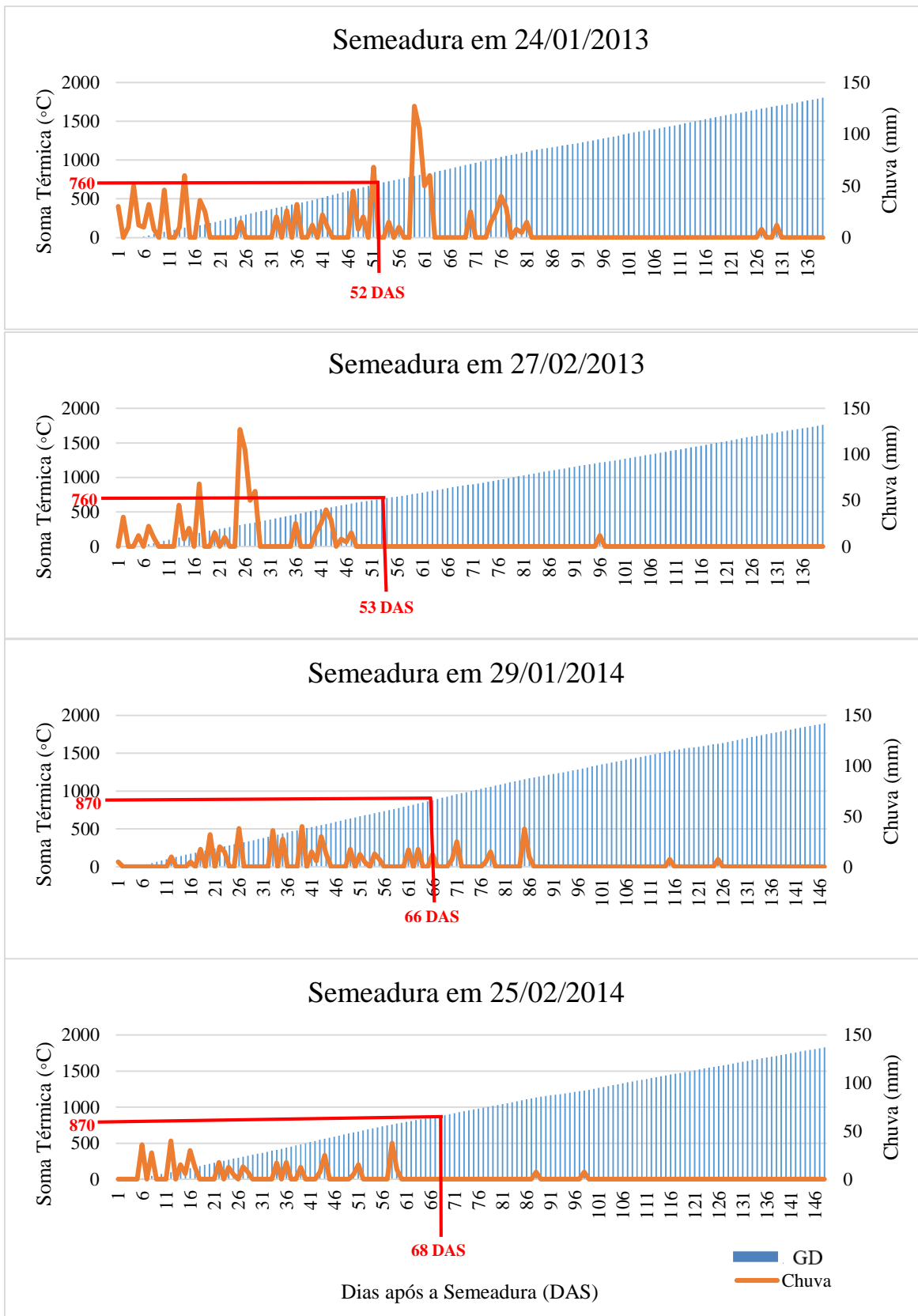
\* e \*\* Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

A Figura 3 ilustra o período necessário para se alcançar a soma térmica para o florescimento das cultivares P 30F53 e DBK 310, conforme as condições de temperatura expressas ao longo de cada cultivo (Figura 1) em função das datas de semeadura. A antecipação em até 15 dias para o florescimento poderia ser um fator benéfico para o híbrido P30F53 em relação ao DKB 310, por favorecer o avanço do ciclo ainda no período com melhor disponibilidade hídrica. Porém, como será abordado adiante, a alta suscetibilidade a doenças foliares pode ter prejudicado a produtividade daquele híbrido, uma vez que não foi feita pulverização preventiva no cultivo com semeadura em janeiro de 2013.

O cálculo da época de florescimento, baseado na soma térmica para cada cultivar (Figura 3), não foi coincidente com o critério do programa Irrigafácil (Figura 2), o qual fixa o início da fase reprodutiva 62 dias após a semeadura. Pelos cálculos efetuados a partir dos dados meteorológicos do local de realização dos experimentos, observa-se que a semeadura em fevereiro proporcionou florescimento mais tardio em relação à semeadura realizada em janeiro, ocorrendo acréscimo de um dia para o florescimento no ano de 2013 e de dois dias no ano de 2014 (Figura 3). Essa tendência confirma o relato de Landau et al. (2010) que, ao simularem o tempo para o florescimento em função da data de semeadura em diferentes locais e épocas, concluíram que a semeadura no mês de janeiro ocasiona precocidade no florescimento do milho safrinha, principalmente pelo fato de que a soma térmica necessária para o florescimento nesta época de semeadura é favorecida pelas temperaturas ainda altas do final do período de verão. À medida que a semeadura se estende para os meses de fevereiro e março, há diminuição da temperatura, principalmente à noite, havendo a necessidade de um período maior de tempo para atingir a soma térmica necessária para o florescimento, independente do ciclo do híbrido.

As variações estatisticamente significativas observadas para altura de planta e de inserção da espiga, considerando a média de cada cultivo, indicam menor crescimento do milho P 30F53 semeado em fevereiro de 2013, ocorrendo o inverso no caso do DKB 310, que apresentou maiores valores dessas variáveis no cultivo com semeadura em fevereiro de 2014 (Tabelas 3 e 4).

Uma explicação para a segunda época de semeadura de 2013 ter apresentado menor altura de planta e de inserção de espiga pode ser atribuída ao início do período de seca ainda quando a lavoura se apresentava no estágio de desenvolvimento vegetativo (Figuras 2 e 3). Assim, quando houve deficiência hídrica nesta fase, o milho reduziu a taxa de crescimento. No caso da segunda época de 2014, o prolongamento do período de chuva pode ter favorecido o desenvolvimento vegetativo das plantas.



**Figura 3-** Dias após a sementeira para o estágio de florescimento dos híbridos P 30F53 (760 GD) e DKB 310 (870 GD), a partir do cálculo da soma térmica e da distribuição de chuvas ao longo do ciclo, nos anos de 2013 e 2014, em Rio Verde – GO.

**Tabela 3-** Altura de plantas (cm) de milho safrinha com semeadura em janeiro e fevereiro, nos anos de 2013 e 2014, em função de combinações de adubação NPK na semeadura e N em cobertura, na região de Rio Verde – GO.

Adubação		2013		2014		Média
Semeadura (N-P <sub>2</sub> O-K <sub>2</sub> O)	Cobertura (N)	P 30F53 YH		DKB 310 PRO		
		Jan	Fev	Jan	Fev	
00-00-00	0	179	176	196	238	197
00-00-00	50	195	193	198	245	206
00-50-50	0	200	183	192	230	200
00-50-50	50	198	188	198	238	205
25-50-50	0	196	179	197	230	199
25-50-50	50	209	188	193	240	207
50-50-50	0	198	162	194	234	199
50-50-50	50	206	188	196	236	206
Média		198 b	181 c	195 b	236 a	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Campos et al. (2010) avaliaram 49 cultivares de milho para a safrinha em cinco municípios do estado de Goiás e observaram diferenças de altura de plantas conforme a localização do experimento, concluindo que as condições locais de umidade, temperatura e radiação solar podem interferir na altura de planta e de inserção de espiga. Sangoi et al. (2002) mencionam que a qualidade e a quantidade de luz solar que incidem sobre a planta de milho influenciam a altura da mesma e de inserção da espiga, sendo que a menor luminosidade provoca estiolamento, o que também poderia justificar os maiores valores dessas variáveis observadas na segunda época de semeadura em 2014.

Os dados médios dos quatro cultivos nas Tabelas 3 e 4 permitem visualizar a tendência da adubação nitrogenada de cobertura a fim de promover maior crescimento do milho safrinha, o que se confirma pelas diferenças significativas de altura de planta e de espiga entre as médias dos tratamentos com e sem adubação nitrogenada de cobertura (Tabela 5). Conforme foi sendo realizada a adubação nitrogenada em cobertura, independente da dose de adubação na semeadura, constatou-se que houve incremento nos valores dessas variáveis.

O aumento da altura de planta de milho em função da adubação nitrogenada é proporcionado pela alta demanda deste nutriente, que é fundamental na síntese de proteína e clorofila dos vegetais (Bredemeier & Mundstock, 2000); por isso, na maioria das vezes, há resposta positiva à adubação nitrogenada em cobertura. Silva et al. (2003) afirmaram que o

milho apresenta capacidade de desenvolvimento vegetativo conforme a dose de N disponibilizada, porém, em certo momento, esse desenvolvimento é limitado pelo autossombreamento que causa a paralização do crescimento.

**Tabela 4-** Altura de inserção de espiga (cm) no milho safrinha com semeadura em janeiro e fevereiro, nos anos de 2013 e 2014, em função de combinações de adubação NPK na semeadura e N em cobertura, na região de Rio Verde – GO.

Adubação		2013		2014		Média
Semeadura (N-P <sub>2</sub> O-K <sub>2</sub> O)	Cobertura (N)	P 30F53 YH		DKB 310 PRO		
		Jan	Fev	Jan	Fev	
00-00-00	0	92	86	102	131	102
00-00-00	50	100	90	107	131	107
00-50-50	0	103	84	101	124	103
00-50-50	50	100	91	106	127	105
25-50-50	0	101	82	107	126	104
25-50-50	50	113	80	105	134	109
50-50-50	0	105	91	102	125	105
50-50-50	50	112	88	108	132	110
Média		103 b	87 c	104 b	128 a	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 5-** Altura de planta (cm), altura de inserção de espiga (cm), número de fileiras de grãos na espiga e produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) de milho safrinha em função da adubação nitrogenada em cobertura na região de Rio Verde – GO. Média de quatro cultivos.

Adubação de Cobertura (N)	Altura de planta	Altura de espiga	Nº de fileiras	Produtividade
Sem	199 b	104 b	16,4 b	6.391 b
Com	206 a	108 a	16,6 a	6.744 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em experimento realizado no sudeste de Tocantins, sob sistema de plantio direto com semeadura, no mês de novembro de 2003, Von Pinho et al. (2008) observaram que a aplicação de nitrogênio em cobertura proporcionou maior altura de planta e de inserção de espiga, independente dos incrementos na dose. Por sua vez, Kappes et al. (2014) verificaram aumento linear da altura de planta para doses até 150 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, salientando que este aumento nem sempre é benéfico para a produtividade, apesar de ser um indicativo de plantas bem nutridas.



A adubação nitrogenada em cobertura também promoveu aumento no número de fileiras nas espigas (Tabela 5), o que não se verificou para os tratamentos com adubação NPK na semeadura. Embora a análise de variância tenha indicado a ocorrência de interações entre adubações de semeadura e cobertura e destas com os cultivos avaliados (Tabela 2), os resultados dos desdobramentos não permitiram estabelecer relações consistentes a partir dessas interações.

Sendo o número de fileiras de grãos nas espigas uma das características componentes da produtividade final do milho, é relevante o fato de a adubação nitrogenada em cobertura realizada 15 dias após a semeadura ter contribuído para maiores valores médios dessa variável (Tabela 5), embora nem sempre essa influência tenha sido evidente quando observados os dados mais individualizados para cada combinação de tratamentos (Tabela 6). Pode-se inferir que, em geral, o aporte de nitrogênio é um fator que favorece o potencial e a estabilidade de produção nos cultivos de safrinha. Em trabalhos realizados por Gott et al. (2014), Lange et al. (2014) e Sichoeki et al. (2014), testando diferentes fontes e épocas de aplicação nas regiões do triângulo Mineiro e Mato Grosso, constatou-se que a adubação nitrogenada em cobertura não aumentou o número de fileiras na espiga de milho, porém promoveu acréscimo de produtividade.

O número de fileiras de grãos por espiga foi claramente influenciado pelo efeito de cultivo, sendo significativamente menor para o híbrido P 30F53, cultivado em 2013, e maior no segundo cultivo do híbrido DKB 310, em 2014 (Tabela 6). As variações mais importantes no número de fileiras no presente estudo parecem estar associadas às diferenças entre as duas cultivares utilizadas (Tabela 6). De fato, segundo Lopes et al. (2007), as características de espigas têm forte relação com a genética das cultivares de milho. Entretanto, em 2014 o milho DKB 310 apresentou maior número de fileiras com a semeadura mais tardia, em fevereiro (Tabela 6). Nesse caso, as diferenças de disponibilidade de água no decorrer de cada cultivo podem ter afetado o número de fileiras de grãos na espiga.

De acordo com Magalhães & Durães (2006), a definição do número de fileiras acontece durante o estágio vegetativo V8, que corresponde de 30 a 35 dias após emergência (Fancelli, 2015). Dessa forma, mesmo não se constatando deficiência hídrica marcante no decorrer da fase de desenvolvimento vegetativo de ambos os cultivos, nota-se que houve um pico de disponibilidade de água no solo abaixo do nível crítico no período de 30 a 36 dias da

primeira época de semeadura (Figura 2), o que pode ter impactado negativamente o número de fileiras nas espigas.

O número de grãos por fileira na espiga de milho foi influenciado, na análise de variância (Tabela 2), apenas pelo fator “cultivo”, com maiores médias obtidas nos dois cultivos do ano de 2014, seguidas pelo cultivo da segunda época de semeadura de 2013 e, por último, a primeira época de 2013 (Tabela 7).

Ao que tudo indica, a diferença genética entre as cultivares utilizadas nos anos de 2013 e 2014 resultou na variação mais expressiva observada para essa variável. Lopes et al. (2007) afirmam que características de espigas de milho, como o número de grãos por fileira, têm relação com a genética do material. Sendo assim, a cultivar DKB 310 utilizada em 2014 parece possuir capacidade de expressar maior número de fileiras na espiga (Tabela 6) e maior número de grãos por fileira (Tabela 7), comparativamente à cultivar P 30F53.

**Tabela 6-** Número de fileiras de grãos na espiga de milho safrinha com semeadura em janeiro e fevereiro, nos anos de 2013 e 2014, em função de combinações de adubação NPK na semeadura e N em cobertura, na região de Rio Verde – GO.

Adubação		2013		2014		Média
Semeadura (N-P <sub>2</sub> O-K <sub>2</sub> O)	Cobertura (N)	P 30F53 YH		DKB 310 PRO		
		Jan	Fev	Jan	Fev	
00-00-00	0	14,8	15,8	17,1	17,4	16,3 B
00-00-00	50	16,3	16,5	17,1	17,4	16,8 A
00-50-50	0	15,3	15,9	16,9	17,8	16,5 A
00-50-50	50	15,6	15,4	17,4	16,9	16,3 A
25-50-50	0	15,6	15,6	16,8	17,4	16,3 B
25-50-50	50	16,4	16,0	16,7	17,9	16,7 A
50-50-50	0	15,9	15,9	17,0	18,1	16,7 A
50-50-50	50	16,8	15,9	16,7	17,4	16,7 A
Média		15,8 c	15,8 c	16,9 b	17,5 a	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna para cada adubação de semeadura, e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

No tocante à variação estatisticamente significativa constatada entre as médias das duas épocas de semeadura do híbrido P 30F53 em 2013 (Tabela 7), a explicação pode estar ligada à incidência de alguma doença que tenha prejudicado a formação da espiga do milho semeado na primeira época. Esse cultivo recebeu aplicação de fungicida somente no estádio VT e apresentou mais sintomas de mancha branca (*Pantoea ananatis*) em comparação ao cultivo da segunda época, que recebeu duas pulverizações de fungicida, em V10 e VT.

Segundo Grigolli (2009), ambientes com temperatura noturna entre 15 e 20°C, alta umidade do ar e elevada precipitação pluviométrica favorecem a ocorrência da mancha branca e os sintomas são mais graves quando ocorridos no florescimento, sendo este o período onde as plantas estão mais sensíveis ao ataque do patógeno.

**Tabela 7-** Número de grãos por fileira na espiga de milho safrinha com semeadura em janeiro e fevereiro, nos anos de 2013 e 2014, em função de combinações de adubação NPK na semeadura e N em cobertura, na região de Rio Verde – GO.

Adubação		2013		2014		Média
Semeadura (N-P <sub>2</sub> O-K <sub>2</sub> O)	Cobertura (N)	30F53 YH		DKB 310 PRO		
		Jan	Fev	Jan	Fev	
00-00-00	0	29	31	35	34	32,2
00-00-00	50	30	31	38	35	33,5
00-50-50	0	28	31	36	36	32,7
00-50-50	50	30	32	37	37	34,0
25-50-50	0	30	30	36	37	33,3
25-50-50	50	29	32	36	38	33,5
50-50-50	0	30	31	37	35	33,3
50-50-50	50	30	32	38	35	33,7
Média		29,5 c	31,2 b	36,6 a	35,8 a	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na Tabela 8 são apresentadas as médias do peso de mil grãos, pelas quais se verifica a superioridade de desempenho do milho no cultivo da primeira época de semeadura de 2014 em relação aos demais. Os cultivos das duas épocas de semeadura no ano de 2013 foram estatisticamente inferiores.

À semelhança do que foi discutido para outras características de espiga, o menor peso de mil grãos observado no ano de 2013 pode ser devido à genética da cultivar utilizada neste ano. Entretanto, uma outra possibilidade se refere à elevada incidência de doença foliar observada durante o ciclo, que pode ter prejudicado a capacidade fotossintética do milho, resultando em restrição da produção de fotoassimilados que seriam direcionados para os grãos. Além disso, em 2013 o período de chuvas encerrou-se em meados de abril (Figura 2), o que certamente provocou algum comprometimento na fase de enchimento de grãos das duas épocas de semeadura.

**Tabela 8-** Peso de mil grãos (g) de milho safrinha com semeadura em janeiro e fevereiro, nos anos de 2013 e 2014, em função de combinações de adubação NPK na semeadura e N em cobertura, na região de Rio Verde – GO.

Adubação		2013		2014		Média
Semeadura (N-P <sub>2</sub> O-K <sub>2</sub> O)	Cobertura (N)	30F53 YH		DKB 310 PRO		
		Jan	Fev	Jan	Fev	
00-00-00	0	232,4	219,8	331,0	240,9	256,0
00-00-00	50	217,9	213,7	341,6	235,9	252,3
00-50-50	0	235,9	228,8	341,9	265,0	267,9
00-50-50	50	236,2	224,7	345,0	251,5	264,4
25-50-50	0	222,2	227,4	339,5	260,6	262,4
25-50-50	50	215,8	226,1	349,6	267,6	264,8
50-50-50	0	219,5	221,0	343,4	243,7	256,9
50-50-50	50	222,2	226,3	355,7	238,4	260,6
Média		225,3 c	223,5 c	343,5 a	250,4 b	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em 2014, o maior peso de mil grãos na primeira época de semeadura deve estar relacionado ao fim das chuvas somente mais ao final da fase reprodutiva, com cerca de 115 mm após o início da fase de florescimento, enquanto no cultivo da segunda época houve redução da disponibilidade hídrica abaixo do nível crítico no solo, ainda no início da fase reprodutiva (Figuras 2 e 3), com apenas 15 mm de chuva após o início do florescimento. De acordo com Bergonci et al. (2001), mesmo com baixa precipitação acumulada durante o ciclo, o milho cultivado na safrinha pode ter produtividades satisfatórias quando há disponibilidade hídrica durante os períodos críticos de produção, ou seja, na polinização e no enchimento de grãos. Sangoi (2001) aponta que a competição das plantas por água e luz também pode influenciar na formação da espiga, reduzindo o número e a massa dos grãos. Na safrinha, estes fatores são mais críticos e potencializam os efeitos desfavoráveis das condições climáticas no caso das semeaduras tardias.

Além do efeito de cultivo, as doses de NPK na adubação de semeadura afetaram significativamente o peso de mil grãos (Tabela 2), sendo as médias estatisticamente maiores com a aplicação de 00-50-50 e 25-50-50 em relação a 00-00-00 e 50-50-50 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, correspondendo, nesta ordem, a valores de 266, 264, 254 e 259 g. Embora não haja uma explicação evidente para esse tipo de resposta, é plausível considerar que na média dos quatro cultivos, a completa ausência de nutrientes, assim como uma dose mais elevada de nitrogênio na adubação de semeadura, não favoreceram o incremento do peso de grãos.

A produtividade de grãos foi dependente dos fatores cultivo e adubação nitrogenada de cobertura (Tabela 2). As diferenças entre as produtividades obtidas nos quatro cultivos seguiram o mesmo ordenamento observado para o peso de mil grãos, em que o milho semeado na primeira época em 2014 foi mais produtivo que o da segunda época e este em relação aos cultivos das duas épocas de 2013 (Tabela 9).

Apesar do considerável volume de chuva no ano de 2013, que alcançou 1.156 mm durante o período de produção de milho safrinha semeado em janeiro e 766 mm em fevereiro (Figura 1), a distribuição foi irregular, praticamente cessando as chuvas a partir de meados de abril. Um aspecto que provavelmente impôs grande limitação ao potencial produtivo do milho em 2013 parece ter sido a sensibilidade da cultivar P 30F53 a doenças. Em particular, o cultivo com semeadura na primeira época recebeu apenas uma pulverização de fungicida no estágio VT, apresentando alta severidade de sintomas de mancha branca, o que certamente comprometeu a produtividade.

**Tabela 9-** Produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) de milho safrinha com semeadura em janeiro e fevereiro, nos anos de 2013 e 2014, em função de combinações de adubação NPK na semeadura e N em cobertura, na região de Rio Verde – GO.

Adubação		2013		2014		Média
Semeadura (N-P <sub>2</sub> O-K <sub>2</sub> O)	Cobertura (N)	Jan	Fev	Jan	Fev	
00-00-00	0	4.217	5.225	9.089	6.228	6.189
00-00-00	50	5.253	5.294	8.892	6.376	6.454
00-50-50	0	4.825	5.363	7.863	7.068	6.280
00-50-50	50	5.626	5.480	9.783	7.176	7.016
25-50-50	0	5.175	5.077	8.682	7.336	6.567
25-50-50	50	5.740	5.634	8.206	7.932	6.878
50-50-50	0	5.472	5.133	8.522	6.986	6.528
50-50-50	50	5.693	5.480	8.849	6.493	6.629
Média		5.250 c	5.336 c	8.736 a	6.949 b	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em 2014, o cultivo com semeadura realizada no fim de janeiro foi beneficiado por uma distribuição mais regular de chuva até grande parte da fase reprodutiva (Figuras 2 e 3), embora com um volume acumulado (527 mm) muito menor que o ocorrido no mesmo período de 2013 (1.156 mm). Por sua vez, o cultivo da segunda época de semeadura em 2014 foi prejudicado pelo fim do período de chuva no início da fase reprodutiva, com volume acumulado de 385 mm durante o ciclo.

Magalhães & Durães (2006) citam que uma lavoura de milho consome aproximadamente 600 mm durante o ciclo e que existem três principais períodos críticos, que são a iniciação floral, a polinização e o enchimento de grãos. Esses pressupostos realçam o fato de que, mais que a precipitação total ocorrida, uma distribuição inadequada das chuvas a partir da fase reprodutiva pode limitar drasticamente a produtividade, conforme comprovado pelos dados climáticos do ano de 2013 (Figuras 2 e 3) e pela produtividade de grãos dos cultivos com semeadura tardia nos dois anos de condução do presente estudo (Tabela 9).

Em geral, os tratamentos que receberam adubação nitrogenada de cobertura foram mais produtivos. A aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N 15 dias após a semeadura melhorou o crescimento vegetativo refletido em maior altura de plantas e no potencial produtivo com o aumento do número de fileiras nas espigas, culminando com um ganho médio adicional de 353 kg ha<sup>-1</sup> de grãos (Tabela 5). Considerando os valores de venda da saca (60 kg) de milho no período da colheita (Conab, 2016), equivalentes a R\$ 20,05 em junho e a R\$ 18,29 em julho (média dos anos de 2013 e 2014), e a tonelada de ureia custando R\$ 1.350,00 (Fundação Goiás, 2016), constata-se que o emprego da adubação nitrogenada em cobertura foi economicamente viável. Desconsiderando-se o custo de aplicação da ureia, um aumento médio de produtividade de 5,8 sacas e investimentos em fertilizantes no valor de R\$ 67,50 por hectare corresponderiam a uma lucratividade entre R\$ 38,58 a R\$ 48,79, conforme a cotação de venda dos grãos.

A adubação nitrogenada de cobertura no milho safrinha normalmente tem aumentado a produtividade de grãos (Broch & Fernandes, 2000; Gott et al., 2014; Sichoeki et al., 2014). Lange et al. (2014) testaram fontes e doses N em cobertura no milho safrinha consorciado com capim marandu, em Alta Floresta – MT, e obtiveram reposta linear na produção até a dose de 75 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, independente da fonte. Souza & Soratto (2006) também verificaram que a adubação de cobertura com N no milho safrinha em sucessão à soja, em Chapadão do Sul – MS, aumentou a altura de planta e de espiga, incrementando a produtividade de grãos, independente da fonte de nitrogênio aplicada. Portanto, à semelhança do que foi observado no presente estudo, os resultados em geral têm confirmado a importância da adubação nitrogenada em cobertura no milho safrinha, indicando que tal prática deve fazer parte do manejo nutricional nesse sistema de produção.

Os dados apresentados na Tabela 10 indicam estreita associação entre a produtividade do milho safrinha e o número de fileiras de grãos na espiga, o número de grãos por fileira, o

peso de mil grãos e os componentes de produção que apresentaram coeficientes de correlação classificados como forte a muito forte (Shimakura, 2006).

A adubação nitrogenada em cobertura contribuiu para um desenvolvimento mais vigoroso do milho, expresso na maior altura de plantas e de inserção das espigas (Tabela 5), que, por sua vez, mostraram correlação forte com o número de fileiras de grãos na espiga e moderada com o número de grãos por fileira, componentes de produção que efetivamente afetaram a produtividade (Tabela 10).

**Tabela 10-** Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre produtividade, altura de planta (Alt. Pl.), altura de espiga (Alt. Esp.), número de fileiras na espiga (Nº Fil.), número de grãos por fileira (Nº Grãos) e peso de mil grãos (P1000g), obtidos a partir do conjunto de médias dos tratamentos de adubação nos quatro cultivos de milho safrinha (n=32).

	Produtividade	Alt.Pl.	Alt. Esp.	Nº Fil.	Nº Grãos	P1000g
Produtividade	1	0,26	0,39 *	0,70 **	0,89 **	0,91 **
Alt.Pl.		1	0,94 **	0,74 **	0,46 **	-0,02
Alt. Esp.			1	0,78 **	0,54 **	0,15
Nº Fil.				1	0,79	0,44 **
Nº Grãos					1	0,76 **
P1000g						1

\*\* Significativo a 1% de probabilidade. \*Significativo a 5% de probabilidade.

Pode-se assumir que, com intensidade variável entre os quatro cultivos, os fatores cultivar, adubação nitrogenada em cobertura e disponibilidade hídrica influenciaram principalmente na quantidade de grãos condicionada pelo número de fileiras na espiga (Tabelas 5 e 6) e no peso de grãos (Tabela 8), resultando em significativos impactos sobre a produtividade (Tabelas 5 e 9).

Subtende-se que o cultivo da primeira época com semeadura em janeiro de 2013 foi prejudicado pela ausência de aplicação do fungicida no período vegetativo da cultura, visando ao controle de doenças foliares, o que refletiu em sintomas visuais de alta severidade de ocorrência de mancha branca, resultando em produtividade estatisticamente igual ao cultivo semeado mais tardiamente, em fevereiro de 2013. Nesse sentido, Jardine & Laca-Buendía (2009) verificaram que a aplicação de fungicida no milho safrinha em Lagoa Formosa - MG incrementou a produtividade de grãos, demonstrando a conveniência do uso de fungicida para este sistema. Brito et al. (2012) avaliaram 12 cultivares de milho em Lavras, Passos e Patos de Minas - MG, concluindo que a aplicação de fungicida para controle de doenças foliares no milho incrementou em média 12% na produtividade.

Uma análise global dos resultados do presente estudo leva à constatação de que o desempenho produtivo do milho cultivado em safrinha é menos previsível por estar sujeito à interação entre fatores controláveis, como a escolha de cultivares, o manejo da adubação e os tratos fitossanitários, com o fator climático menos constante que afeta a disponibilidade de água durante o ciclo do milho. Na época da safrinha, há pouca margem de manobra para o produtor lidar com este último fator e, em geral, a semeadura mais tardia aumenta os riscos de a escassez de água comprometer todo o investimento feito na lavoura.

Apesar da dificuldade de se chegar a recomendações de manejo precisas para o milho safrinha em diferentes condições, os resultados da sequência de cultivos na região de Rio Verde – GO permitem chamar a atenção para o fato de que, independente da época de semeadura ser em janeiro ou fevereiro, a escolha de cultivares mais adaptadas e o aporte de nutrientes que possa pelo menos repor as quantidades exportadas numa colheita de média produtividade são cuidados que garantem maior estabilidade de produção. Ou seja, mesmo na semeadura fora da janela ideal, esses procedimentos minimizam o risco de insucesso, ainda que as condições climáticas sejam limitantes.

Para melhores ajustes é preciso associar o monitoramento da evolução da condição de vigor da lavoura e a previsão do clima para tomadas de decisão ao longo do ciclo, incluindo expectativa de relações custo/benefício sobre a possibilidade de investir mais em adubação de cobertura, controle de pragas e aplicações preventivas de fungicidas. Em síntese, o cultivo de milho safrinha requer maior esforço gerencial como meio de potencializar a rentabilidade.

## **CONCLUSÕES**

A produtividade de grãos do milho safrinha é influenciada pela época de semeadura, que define as condições de disponibilidade hídrica, e pela adubação nitrogenada em cobertura, sem expressar resposta à adubação NPK na semeadura.

A semeadura em janeiro favorece a produtividade por conciliar melhor distribuição de chuvas no final da fase de desenvolvimento vegetativo e na fase reprodutiva, etapas críticas para o potencial produtivo do milho.

Independente da época de cultivo e da adubação NPK na semeadura, a aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio em cobertura promove ganho de produtividade.

O número de fileiras de grãos na espiga, o de grãos por fileira e o peso de mil grãos são os componentes de produção que se correlacionam fortemente com a produtividade.



## REFERÊNCIAS:

AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico: Zoneamento de risco climático – Goiás**. Embrapa Informática Agropecuária - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura. < <https://www.agritempo.gov.br/zoneamento/mapas/GO.html>. Acesso em 13 de janeiro de 2016.

ALBUQUERQUE, P. E. P.; COELHO, E. A.; FARIA, C.M. **Programa computacional Irriga fácil para web**. 2012.

ALVARES V. V.H.; NOVAES, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.

ANDRADE, F. R.; PETTER, F. A.; NÓBREGA, J. C. A.; PACHECO, L. P.; ZUFFO, A. M. Desempenho agrônomo do milho a doses e épocas de aplicação de nitrogênio no Cerrado piauiense. **Revista Ciências Agrárias**, v. 57, n. 4, p. 358-366, 2014.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; BERGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; MÜLLER, A.G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.831-839, 2004.

BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, A.O.; FRANÇA, S.; RADIN, B. Eficiência da irrigação em rendimento de grãos e matéria seca de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.949-956, 2001.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da Absorção e Assimilação do Nitrogênio nas Plantas. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.30, n.2, p.365-372, 2000.

BRITO, A. H.; PEREIRA, J. L. A. R, VON PINHO, R. G.; BALESTRE, M. Controle químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, n.1, p. 49-59, 2012.

BROCH, D. L.; FERNANDES, C. H. Efeito da adubação de plantio e de cobertura na produtividade do milho safrinha. **Informações Agrônomicas**, n. 89, p. 1-3, 2000.

BROCH, D. L.; RANNO, S. K. Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura do milho safrinha, in: **Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de inverno 2009**. Fundação MS, Maracaju-MS, p. 5-29, 2009.

BRUNINI, O.; ABRAMIDES, P.L.G.; BRUNINI, A.P.C.; CARVALHO, J. P. Características macroclimáticas, agrometeorológicas e restrições ambientais para o cultivo de milho em regiões tropicais baixas. **Infobios**, Campinas, vol. 1, 2006. Artigo em hipertexto disponível em <[http://www.infobios.com/Artigos/2006\\_3/ambientemilho/index.htm](http://www.infobios.com/Artigos/2006_3/ambientemilho/index.htm)>. Acesso em: 22/06/2015.

CAMPOS, M. C. C.; SILVA, V. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; BECKMANN, M. Z. Produtividade e características agrônomicas de cultivares de milho safrinha sob plantio direto

no Estado de Goiás. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambiental**, Curitiba, v.8, n.1, p.77-84, 2010.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do Solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 2007. p. 375-470.

CARDOSO, C. O; FARIA, R. T; FOLEGATTI, M. V. Simulação do rendimento e riscos climáticos para o milho safrinha em Londrina - PR, utilizando o modelo Ceres-Maiz. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.291-300, 2004.

CHUEIRI, W. **Sistema plantio direto e alternativas para adubação**. 2005. Disponível em: <www.fundacaoms.com.br>.

COELHO, A. M.; RESENDE, A. V. Exigências nutricionais e adubação do milho safrinha. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2008. 10 p. (**Circular Técnica 111**).

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acomp. safra bras. grãos, v. 3 - Safra 2015/16**, n 5 - Quinto levantamento, fevereiro 2016.

COURY, T.; MALAVOLTA, F. Localização do adubo em relação à semente. Anais: **Esc. Sup. Agric "Luiz de Queiroz"**. 10: 64-80, 1953.

CRUZ, J. C ; PREREIRA FILHO, I. A. ; BORGHI, E. ; SIMÃO, E. de P. Como Escolher. **Cultivar Grandes Culturas**, v. 16, p. 34-53, 2015.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F.; SANTANA, D. P. Manejo da cultura do Milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p.171-197.

DUARTE, A. P.; CANTARELA, H.; BATISTA, K. Manejo de nitrogênio e ciclagem de nutrientes na cultura do milho safrinha. In: **10º Seminário nacional de milho safrinha**. Rio Verde, 2009, p. 89-105.

DUARTE, A. P.; GERAGE, A. C.; CECCON, G.; SILVA, V. A.; CRUZ, J. C.; BIANCO, R.; SOUZA, E. D.; PEREIRA, F. C.; SOARES FILHO, R. Milho Safrinha. In: . CRUZ, J. C.; MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MOREIRA, J. A. A. **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 306-324.

DUFAULT, R. J. Determining heat unit requirements for broccoli in coastal South Carolina. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.122, n.2, p.169-174, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2013. 353p.

FANCELLI, A. L. Ecofisiologia, Fenologia, Implicações Básicas de Manejo. In: BORÉM, A; GALVÃO, J. C. C; PIMENTEL, M. A. **Milho do Plantio à colheita**. Viçosa: Ed. UFV, Viçosa. 2015. p. 50-76.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; BORDIN, L.; COICEV, L.; FORNASIERI FILHO, D. Desempenho agrônômico de cultivares de milho nos períodos de safra e safrinha. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.235-241, 2003.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042. 2011.

FERREIRA, V. E. N.; KAPPES, C.; PEREIRA, P. H. T.; KANACILO JUNIOR, W. K. Inoculação de sementes com *Azospirillum brasilense* e nitrogênio em cobertura no milho safrinha. **Seminário Nacional de Milho Safrinha**, 13. Dourados, MS. 2013

FLETCHER, A. L.; MOOT, D. J.; STONE, P. J. Solar radiation interception and canopy expansion of sweet corn in response to phosphorus. **European Journal Agronomy**, Philadelphia, v. 29, p. 80-87, 2008.

FRANÇA, G. E.; RESENDE, M. Manejo de Corretivos e Fertilizantes em Agricultura Irrigada. In: RESENDE, M; ALBURQUERQUE, P. E. P.; COUTO, L. A Cultura do Milho Irrigado. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2006. p. 107-126

FUNDAÇÃO GOIÁS. **Ureias agrícola está custando 7,2% mais que em 2015**. <http://www.fundacaogo.com.br/2016/01/ureia-agricola-esta-custando-72-mais-que-em-2015/>. Acesso em 01/03/2016.

GALTON, F. Hereditary talent and character. **Macmillan's Magazine**, 12, p. 157-66, 318-27, 1865.

GALVÃO, J. C.C.; TROGELLO, E.; PEREIRA, L. P. L. Milho Segunda Safra. In: **Milho: do plantio à colheita**. Ed. GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. G. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015.

GONTIJO NETO, M. M.; MAY, A.; VANIN, A.; SILVA, A. F.; SIMÃO, E. P.; SANTOS, E. A.; QUEIROZ, L. R.; BARCELOS, V. G. F. Avaliação de cultivares de milho e épocas de semeadura em safrinha na região de Rio Verde (GO). XII **Seminário Nacional de Milho Safrinha “Estabilidade e Produtividade”**. Dourados, MS, 2013. p. 1-6.

GOTT, R. M.; SICHOCKI, D.; AQUINO, L. A.; XAVIER, F. O.; SANTOS, L. P. D.; AQUINO, R. F. B. A. Fontes e épocas de aplicação de nitrogênio no milho safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.1, p. 24-34, 2014.

GRIGOLLI, J. F.J. Doenças do Milho Safrinha. In: **Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de Inverno. 2009**. p. 90 – 104. Disponível em: <http://www.fundacaoms.org.br/page.php?21>. Acesso em: 09/12/2015

KAPPES, C.; ARF, O.; PORTUGUAL, J. R.; DAL BEM, E.A.; VILELA, R. G.; GONZAGA, A. R. Manejo Do Nitrogênio em Cobertura na Cultura do Milho em Sistema Plantio Direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 02, p. 201-217, 2014.

LANDAU, E. C.; TEIXEIRA, R. B.; GUIMARÃES, D. P.; HIRSCH, A. Estimativa do Tempo de Florescimento de Milho Plantado na Época de Safrinha: Modelagem Espacial Considerando o Zoneamento de Riscos Climáticos. Circular Técnica, 146. Sete Lagoas. 2010. 4p.

LANGE, A.; CAIONE, G.; SCHONINGER, E. L.; SILVA, R. G. Produtividade de milho safrinha em consórcio com capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.1, p. 35-47, 2014.

LOPES, J. S.; LÚCIO, A. D.; STORCK, I.; DAMO, H. P.; BRUM, E.; SANTOS, V. J. D. Relações de causa e efeito em espigas de milho relacionadas aos tipos de híbridos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1536-1542, 2007.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. Fisiologia da produção. In: CRUZ, J.C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M.A.R.; MAGALHÃES, P.C. **A cultura do milho**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v.1, p.63-87.

MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: adubos e adubação. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 1981.

PALHARES, M. CARACTERÍSTICAS E FATORES CONDICIONANTES PARA SEMEADURA DE MILHO NA SAFRINHA. In: BORTOLINI. **Agroeste Tecnologias e Manejos**. v.2; ano 1. 2015.

Portal Action. Manual do usuário. 2013. Disponível em: <http://www.portalaction.com.br>.

ROSCOE, R; MIRANDA, R. DE A, S. **Manejo da Adubação do Milho Safrinha**. Fundação MS. 2013. Disponível em: [http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/49/49/5399b261378ac99ed5725dd348adaefdb4f8adf4176b1\\_capitulo-01\\_manejo-e-adubacao-do-milho-safrinha.pdf](http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/49/49/5399b261378ac99ed5725dd348adaefdb4f8adf4176b1_capitulo-01_manejo-e-adubacao-do-milho-safrinha.pdf). Acesso em: 13/09/2015.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, 31: 159-168. 2001.

SHIMAKURA, S. 2006. **Interpretação do coeficiente de correlação**. Universidade Federal do Paraná. Laboratório de Estatística e Geoinformação (LEG). Disponível em: <<http://leg.ufpr.br/~silvia/CE003/node74.html>>. Acesso: 22/06/2015.

SICHOCKI, D.; GOTT, R. M.; FUGA, C. A. G.; AQUINO, L. A.; RUAS, R. A. A.; NUNES, P. H. M. P. Resposta do milho safrinha à doses de nitrogênio e de fósforo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.1, p. 48-58, 2014.

SILVA F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2009. 370p.

SOUZA, E. de F. C. de; SORATTO, R. P. Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 05, n. 03, p. 387-397, 2006.

SOUZA, J. A; BUZETTI, S.; FILHO, M. C. M. T; ANDREOTTI, M; DE SÁ, M. E; ARF, O. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p.447-454, 2011.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. Butrição Mineral de Plantas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, 2006. p. 215-252.

VON PINHO, R.G.; GROSS, M.R.; STEOLA, A.G.; MENDES, M.C. Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho em sistema plantio direto na região sudeste do Tocantins. **Bragantia**, v.67, p.733-739, 2008.

## EXTRAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELO MILHO SAFRINHA EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA E ADUBAÇÃO EM RIO VERDE – GO

**RESUMO** - Em função de dúvidas existentes sobre a demanda nutricional do milho safrinha, este trabalho teve o objetivo de quantificar a extração e exportação de nutrientes em função de diferentes combinações de adubação NPK em cultivos com semeadura nos meses de janeiro e fevereiro do ano de 2014, na região de Rio Verde – GO. Em cada época de semeadura foi conduzido um experimento em delineamento de blocos casualizados, num esquema fatorial 4x2, constituído por quatro opções de adubação NPK na semeadura (00-00-00, 00-50-50, 25-50-50 e 50-50-50 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), com ou sem adubação nitrogenada de cobertura (0 ou 50 kg ha<sup>-1</sup> de N). Foi semeado o híbrido DKB 310 PRO, buscando estande de 60.000 plantas por hectare, em espaçamento de 0,5 m entre linhas. Além da avaliação de produtividade de grãos, foram coletadas plantas em cada parcela, separadas em folha, colmo, palha, sabugo e grãos, para determinação da produção de massa seca e análise de tecidos para quantificar a extração e exportação de nutrientes. Foi realizada análise estatística conjunta, considerando as épocas de semeadura dentre as fontes de variação na análise de variância. O desenvolvimento e a demanda nutricional do milho safrinha são influenciados pela disponibilidade hídrica ditada pelas condições climáticas conforme a época de cultivo, bem como pela adubação nitrogenada em cobertura, sem, contudo, serem afetados pela adubação NPK na semeadura. Há maior produção de biomassa com a semeadura em janeiro, em comparação a fevereiro, e quando o milho recebe adubação nitrogenada em cobertura. Nessas condições, é maior a extração da maioria dos nutrientes, sem necessariamente implicar em maiores taxas de exportação com a colheita dos grãos. Em média, as taxas de extração são da ordem de 21,7; 1,9; 13,8; 2,3; 2,2; 1,5 kg t<sup>-1</sup> de grãos para N, P, K, Ca, Mg e S; e de 5,3; 176,0; 27,9; 27,2 g t<sup>-1</sup> de grãos para Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente. As taxas de exportação correspondem a 14,2; 1,5; 2,8; 0,07; 0,7; 1,0 kg t<sup>-1</sup> de grãos para N, P, K, Ca, Mg e S; e de 2,0; 11,8; 3,9; 15,8 g t<sup>-1</sup> de grãos para Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente. Com base nas quantidades exportadas, a reposição dos nutrientes requeridos pelo milho safrinha corresponde a doses relativamente baixas de fertilizantes na adubação de manutenção.

**Palavras-chave:** Sucessão de culturas; demanda nutricional; adubação de sistema; *Zea mays*

L

## EXTRACTION AND NUTRIENT EXPORT BY SECOND-SEASON CORN IN FUNCTION OF SEEDING TIME AND FERTILIZATION IN RIO VERDE - GO

**ABSTRACT** - Due to doubts about nutrient requirements of second-season corn, this study aimed to quantify the extraction and export of nutrients for different combinations of NPK fertilizer in crops with sowing in January and February 2014, in the region Rio Verde - GO. In each sowing, an experiment was conducted in a randomized block design in a 4x2 factorial scheme and it was consisted of four NPK options at sowing (00-00-00, 00-50-50, 25-50-50 and 50 -50-50 kg ha<sup>-1</sup> N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), with or without nitrogen topdressing (0 to 50 kg ha<sup>-1</sup> N). The hybrid DKB 310 PRO has been sown, seeking achieve a stand of 60,000 plants per hectare in the spacing of 0.5 m between rows. In addition to grain yield evaluation, plants were collected in each plot, separated into leaf, stem, straw, corncobs and kernels for determination of dry matter production and tissue analysis to quantify the extraction and export of nutrients. Joint Statistical analysis was performed, considering the sowing dates from the sources of variation in the analysis of variance. The development and nutritional requirement of second-season corn are influenced by water availability which is regulated by weather conditions as the growing season, as well as the nitrogen fertilization, without, however, be affected by NPK fertilization at sowing. There is increased production of biomass when sowing in January compared to February, and when the corn gets nitrogen topdressing. Under these conditions, it is greater the extraction of most nutrients without necessarily imply higher export rates with crop of grain. On average extraction rates are the order of 21.7; 1.9; 13.8; 2.3; 2.2; T-1 1.5 kg of grain for N, P, K, Ca, Mg and S; and 5.3; 176.0; 27.9; 27.2 g of grains T 1 for Cu, Fe, Mn and Zn, respectively. export rates correspond to 14.2; 1.5; 2.8; 0.07; 0.7; T-1 1.0 kg of grain for N, P, K, Ca, Mg and S; and 2.0; 11.8; 3.9; 15.8 g 1 t grain Cu, Fe, Mn and Zn, respectively. Based on the quantities exported, the replacement of nutrients required by the second-season corn corresponds to relatively low doses of fertilizer in fertilization maintenance.

**Keywords:** Succession crops; nutrient requirement; fertilization of the production system; *Zea mays* L

## INTRODUÇÃO

Atualmente, a safrinha corresponde à maior parte da produção de milho no Brasil, representando 68% do total (Conab, 2016); os cultivos desta estão concentrados principalmente na região centro-sul do país, em áreas onde predomina a soja na safra de verão, sendo o milho semeado logo após a colheita da leguminosa, entre os meses de janeiro a março. O sucesso desta combinação é sustentado pelos bons rendimentos alcançados, principalmente em sistemas mais tecnificados (Tsunechiro et al., 2006; Cruz et al., 2011).

A produção de milho safrinha apresenta risco devido à ameaça de deficiência hídrica com o fim do período chuvoso, que normalmente coincide com os estádios mais avançados da cultura, podendo limitar substancialmente o seu potencial produtivo. Esse risco é um dos quesitos que o produtor deve avaliar para a tomada de decisão em relação ao investimento tecnológico na lavoura, pois quanto mais tardia for a semeadura maior será a limitação climática. Nestas circunstâncias, recomenda-se restringir os investimentos na lavoura (Cruz et al., 2011; Gontijo Neto et al., 2013), pois a chance de resposta em produtividade será menor.

Mesmo com a semeadura do milho safrinha sendo realizada em períodos recomendados pelo zoneamento climático, o potencial de rendimento é menor se comparado ao milho da safra de verão. O cultivo deve ser realizado em áreas com fertilidade adequada para atender ao balanço financeiro, que não suportaria investimentos no manejo para construção da fertilidade (Coelho & Resende, 2008). Além disso, há menor tempo para manejar o solo e realizar a semeadura do milho após a colheita da soja. Dessa forma, a adubação na safrinha deve ser embasada conforme as taxas de extração e exportação de nutrientes, sendo estas influenciadas principalmente pela época de semeadura, que, em última instância, define as condições climáticas mais ou menos favoráveis que poderão influenciar no potencial produtivo do milho (Cruz et al., 2011).

O manejo da adubação do milho em sucessão à soja tem sido basicamente relacionado ao fornecimento de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). O nitrogênio é o nutriente extraído e exportado em maior quantidade pelo milho (Coelho, 2008), exigindo atenção quanto ao seu fornecimento. Devido à influência na maioria dos processos fisiológicos da planta (Cantarella, 1993), a ausência ou baixa disponibilidade de nitrogênio pode comprometer o desenvolvimento da cultura. Diversos estudos têm revelado que a adubação



nitrogenada no milho safrinha promove ganhos de produtividade (Souza & Soratto, 2006; Ragagnin et al., 2010; Soratto et al., 2010; Lange et al., 2014; Sichoeki et al., 2014).

Duarte & Cantarella (2007) relatam que a sucessão soja-milho extrai grande quantidade de nitrogênio e que a liberação deste dos restos culturais da soja não é suficiente para atender à demanda desse nutriente pela cultura do milho, havendo a necessidade de suprimento via adubação. De acordo com Coelho & Resende (2008), quando o milho é cultivado em sucessão a uma leguminosa, a cultura normalmente apresenta baixa resposta à cobertura nitrogenada, sendo, nesse caso, recomendada a aplicação de 30 a 60 kg ha<sup>-1</sup> de N na semeadura, sem adicionar nutrientes em cobertura. Duarte et al. (2009) relatam que a aplicação de até 40 kg ha<sup>-1</sup> seja preferencialmente na semeadura, para atender à necessidade nos estádios iniciais da cultura, pois a mineralização dos restos culturais da soja é lenta e pode não atender à demanda do milho. Entretanto, Kappes et al. (2009) afirmam que a aplicação de 70 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio em cobertura no milho em sucessão à soja no Mato Grosso promove relevantes respostas agronômicas, independente da fonte nitrogenada.

O fósforo e o potássio também são nutrientes com elevado requerimento na cultura do milho, sendo o fósforo por sua alta taxa exportação nos grãos e o potássio pela grande quantidade extraída pela planta (Duarte & Cantarella, 2007). Tais exigências são razoavelmente atendidas com a decomposição dos restos culturais da soja (Cruz et al., 2011) e com as reservas no solo. Contudo, não se justifica realizar o cultivo do milho safrinha sem a adição destes nutrientes, pois sua deficiência pode acarretar redução na produtividade e diminuição dos estoques existentes no solo, comprometendo o sistema de culturas como um todo. Sendo assim, a adubação deve ser suficiente para, pelo menos, repor as quantidades de nutrientes exportadas na colheita.

As taxas de extração e exportação de nutrientes pelo milho são variáveis, dependendo de diversos fatores. Assim, há informações sobre extração de N, P e K variando de 19,6 a 24,9; 3,4 a 9,8; e 16,6 a 21,8 kg por tonelada de grãos produzida, respectivamente (Coelho & Resende, 2008; Roscoe & Miranda, 2013). Roscoe & Miranda (2013) citam ainda valores de exportação de N, P e K de 15,8; 8,7; e 5,8 kg t<sup>-1</sup>, respectivamente.

Em função de dúvidas que ainda pairam com relação aos aspectos quantitativos da nutrição e da adubação do milho safrinha, o objetivo deste trabalho foi determinar a extração

e a exportação de nutrientes em cultivos sob diferentes combinações de adubação NPK, em duas épocas de semeadura, na região de Rio Verde – GO.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em duas épocas de semeadura na safrinha (29/01/2014 e 25/02/2014), em área experimental do Centro Tecnológico da Cooperativa de Produtores do Sudoeste de Goiás (COMIGO), na cidade de Rio Verde – GO, com coordenadas: S 17° 45.969' e W 051° 02.255', a uma altitude média de 748 m.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, com textura argilosa e relevo com média ondulação, tendo sido cultivado com soja na safra de verão em 2013/2014. Em outubro de 2013 realizou-se a aplicação de 2,1 toneladas de calcário dolomítico por hectare, conforme interpretação da análise de solo, buscando atingir 60% de saturação por bases. A adubação da soja foi realizada na semeadura e consistiu de 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 02-20-18, obtendo-se produtividade média de grãos em torno de 50 sacas por hectare. Foram realizadas amostragens de solo, na profundidade de 0-20 cm, antes da instalação do experimento, sendo os resultados da análise apresentados na Tabela 1. Verifica-se que os teores de nutrientes no solo são interpretados como médios a altos, de acordo com Alvarez V. et al. (1999), exceto a saturação por bases que se apresenta abaixo de 60%, valor recomendado para a produção de milho grão (Alves et al., 1999).

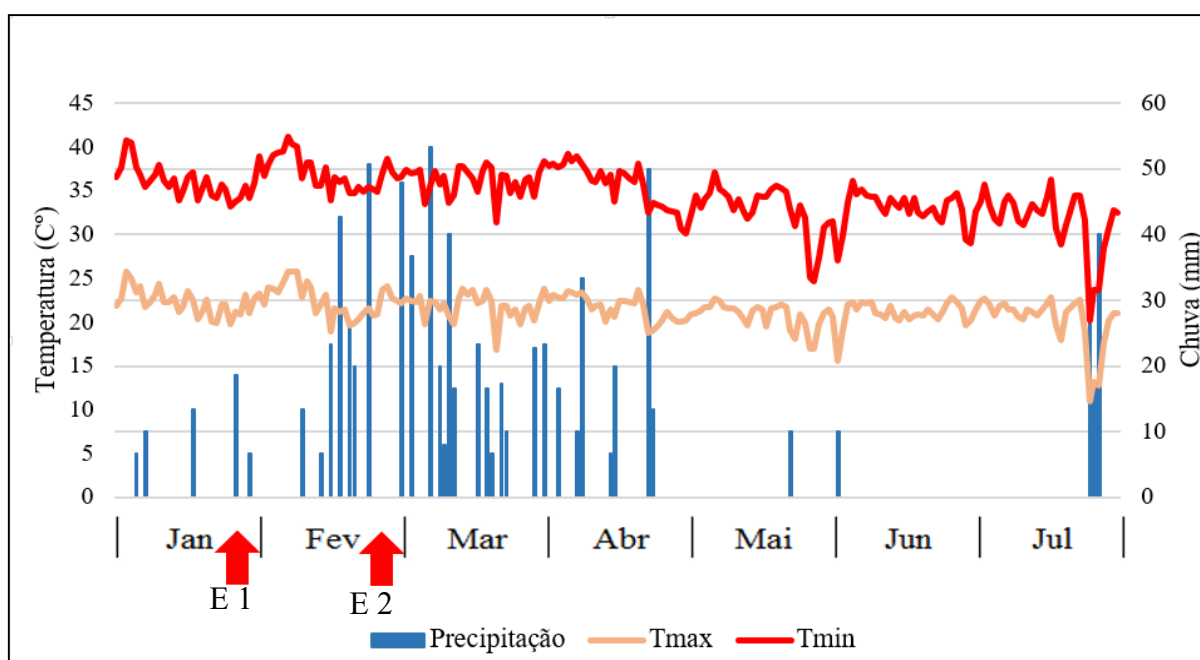
**Tabela 1-** Atributos do solo na área experimental na profundidade de 0-20 cm, antes da semeadura do milho safrinha.

Atributo	Valor	Atributo	Valor
Matéria orgânica (dag kg <sup>-1</sup> )	2,5	Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	0,9
pH em água	5,8	CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	8,4
Al (cmol <sub>c</sub> cm <sup>-3</sup> )	0,0	Saturação por bases (%)	44
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,7	Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	1,0
P Mehlich 1 (mg dm <sup>-3</sup> )	25	Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	37,8
K (mg dm <sup>-3</sup> )	44	Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	6,8
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> )	2,7	Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	2,7

\* Análise granulométrica: areia = 530 g kg<sup>-1</sup>, silte = 80 g kg<sup>-1</sup>, e argila = 390 g kg<sup>-1</sup>.

Metodologias analíticas descritas em Silva (2009).

Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura nos meses de condução do experimento são apresentados na Figura 1.



**Figura 1-** Dados de temperaturas máxima (Tmax) e mínima (Tmin) e de precipitação pluviométrica (mm) na área experimental, no período de janeiro a julho de 2014. As setas em vermelho indicam as épocas de semeadura do milho safrinha em janeiro (E1) e fevereiro (E2).

Para cada época de cultivo utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, num esquema fatorial 4x2, sendo os tratamentos constituídos por quatro opções de adubação NPK na semeadura (00-00-00, 00-50-50, 25-50-50 e 50-50-50 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), com ou sem adubação nitrogenada de cobertura (50 kg ha<sup>-1</sup> de N) na forma de ureia. Foi semeado o híbrido DKB 310 PRO utilizando-se uma semeadora de parcelas, em espaçamento de 0,5 m entre linhas, buscando-se um estande de 60.000 plantas por hectare.

As adubações com fósforo e potássio foram realizadas com o mecanismo adubador da semeadora de parcelas, utilizando-se uma mistura dos fertilizantes superfosfato simples (fonte de P) e cloreto de potássio (fonte de K). A adubação nitrogenada foi realizada conforme os tratamentos, com ureia distribuída manualmente nas linhas no momento da semeadura e em cobertura nas entrelinhas 15 dias após a semeadura, quando as plantas apresentavam três folhas totalmente expandidas (estádio V3).

As sementes de milho foram tratadas com imidacloprido e tiodicarb (38 e 112 g, respectivamente, para 60.000 sementes). Por volta de 15 dias após a semeadura foram aplicados os herbicidas atrazine e tembotrione (1,5 e 100 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente), para controle de plantas invasoras, e os inseticidas imidacloprido e beta-ciflutrin (100 e 13 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente), para insetos e pragas do início do ciclo. Foram também realizadas duas pulverizações de fungicida azoxistrobina + ciproconazol (60 + 24 g ha<sup>-1</sup>) nos estádios V10 e VT (início do florescimento). Por fim, 60 dias após a semeadura foram aplicados os inseticidas metomil e teflubenzurom (129 e 15 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente).

Cada parcela foi constituída de quatro linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas 0,5 m entre si. Como parcela útil considerou-se as duas linhas centrais, descartando 1 m de cada extremidade, totalizando 3 m<sup>2</sup> de área amostral. As colheitas foram realizadas em 24/06/2014 e 22/07/2014, respectivamente para as duas épocas de semeadura, determinando-se a produtividade de grãos corrigida para 13% de umidade.

Foram também coletadas 5 plantas inteiras por parcela, separando-as em: folhas, colmo, grãos, sabugo e palha. Esse material foi seco em estufa de ventilação forçada com temperatura entre 65 e 70° C para determinação de massa seca. Posteriormente, foram analisadas as concentrações de macro e micronutrientes e carbono total, conforme metodologias descritas por Silva (2009). Os dados de massa seca e teores de nutrientes em cada compartimento foram utilizados para se estimar a produção de biomassa seca da parte aérea e a extração de nutrientes pela cultura. A partir dos teores nos grãos e das produtividades obtidas foi calculada a exportação de nutrientes relacionada a cada tratamento.

Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta para verificar a existência de interação entre tratamentos de adubação e épocas de cultivo do milho safrinha. Para tanto, as duas épocas de cultivo foram incluídas dentre as fontes de variação na análise de variância. Quando pertinente, utilizou-se o teste de agrupamento de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade para a comparação de tratamentos, com auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância conjunta permitiu identificar que a época de cultivo (semeadura em janeiro ou em fevereiro) foi determinante na produção de biomassa seca e na produtividade de grãos (Tabela 2). A adubação nitrogenada em cobertura influenciou somente a produção de biomassa.

**Tabela 2-** Resumo da análise de variância para produtividade de grãos e produção de biomassa seca total da parte aérea do milho safrinha.

Quadrado médio			
F.V.	G.L.	Produtividade de grãos	Biomassa Seca Total
Época-E	1	51054543,0**	120991970,11 **
Repetição(E)	6	623208,4	3368453,0
NPK Semeadura-S	3	592133,6	5214171,7
N Cobertura-C	1	935009,2	18339699,2 *
S x C	3	1073622,0	1463146,3
E x S	3	2400019,1	2628498,3
E x C	1	369711,1	842177,9
E x S x C	3	1618932,5	1759876,1
Resíduo	42	1402218,3	3922123,5
Total	63		
C.V (%)		15,10	13,17

\* e \*\* Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

A primeira época de semeadura apresentou produtividade média de 8.736 kg ha<sup>-1</sup> de grãos, sendo estatisticamente superior à segunda, que teve média de 6.949 kg ha<sup>-1</sup>. Essa diferença correspondeu a 66 kg ha<sup>-1</sup> de grãos a menos por cada dia de atraso na semeadura, nas condições da safrinha de 2014 na região de Rio Verde – GO. Galvão et al. (2015) relatam que o atraso na semeadura pode reduzir a produtividade do milho safrinha em função das condições desfavoráveis do clima, com o fim do período de chuva. Nascimento et al. (2011) testaram três cultivares de milho em diferentes épocas de semeadura (agosto, outubro, dezembro e fevereiro) em Botucatu-SP e observaram que a semeadura realizada no mês de fevereiro apresentou menor produtividade de grãos em relação às demais. Segundo Vilhegas (2001), à medida que se retarda a semeadura do milho safrinha, há redução da precipitação, da radiação solar e da temperatura durante o ciclo, causando queda da capacidade de produção da cultura.

É importante destacar que as limitações ao potencial produtivo do milho safrinha têm reflexos nas taxas de extração e exportação de nutrientes, as quais servem de critérios para o dimensionamento das adubações de manutenção. É de se esperar que a semeadura mais tardia implique em menor demanda nutricional da cultura, indicando a conveniência de se reduzir o investimento em adubação à medida que se avança a data de semeadura. Os produtores em geral consideram essa possibilidade, mas nem sempre a redução da adubação se dá de forma proporcional à diminuição do potencial produtivo da lavoura semeada tardiamente. É comum simplesmente se deixar de adubar ou fazê-lo apenas parcialmente, fornecendo um pouco de nitrogênio. Esses procedimentos são reprováveis, pois, com o tempo, podem levar ao desbalanceamento entre as quantidades de nutrientes requeridas na sequência soja-milho safrinha (Kappes & Zancanaro, 2014), prejudicando o desempenho do sistema como um todo.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados de produção de biomassa seca total da parte aérea em função da época de cultivo e da adubação nitrogenada em cobertura. A semeadura mais tardia, no fim do mês de fevereiro, restringiu o desenvolvimento das plantas de milho, resultando em decréscimo de 2,75 t ha<sup>-1</sup> na produção de biomassa. Por sua vez, a adubação nitrogenada em cobertura promoveu incremento da ordem de 1 t ha<sup>-1</sup> de biomassa, na média das duas épocas de cultivo. Embora não se tenha constatado efeito significativo da adubação de cobertura sobre a produtividade de grãos (Tabela 2), houve estímulo ao desenvolvimento vegetativo do milho pelo fornecimento de mais N durante a fase inicial de crescimento das plantas, o que normalmente afeta a extração deste e de outros nutrientes.

**Tabela 3-** Produção de biomassa seca total da parte aérea (kg ha<sup>-1</sup>) pelo milho safrinha em função da época de cultivo e da adubação nitrogenada em cobertura na região de Rio Verde – GO, 2014.

	Época de semeadura		Total
	Janeiro	Fevereiro	
Sem adubação de cobertura	15.760	13.240	14.500 b
Com adubação de cobertura	17.060	14.081	15.571 a
Médias	16.410 A	13.660 B	-

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Considerando as variações no desenvolvimento das plantas e na produtividade do milho em cultivos de safrinha (Tabelas 2 e 3), é de se esperar que as quantidades de nutrientes

extraídas e exportadas também sejam influenciadas pelos mesmos fatores condicionantes dessas variações. Isso dificulta o estabelecimento de padrões de estado nutricional e de requerimentos de nutrientes extrapoláveis para diferentes locais, condições climáticas e formas de manejo das lavouras. Não obstante, é importante entender as principais relações de causa-efeito para que se possa aprimorar as recomendações técnicas adequadas a cada realidade.

### **Macronutrientes**

As principais diferenças observadas quanto à extração e exportação de nutrientes pelo milho safrinha foram associadas às influências da época de cultivo e da adubação nitrogenada em cobertura; não foram evidenciadas interações entre as fontes de variação (Tabelas 4 e 5).

De modo geral, o cultivo com semeadura realizada em janeiro promoveu maior extração e exportação de macronutrientes (Tabela 6). As diferenças de disponibilidade hídrica em decorrência da variação na distribuição de chuvas ao longo dos dois cultivos (Figura 1) indicam que a semeadura em janeiro proporcionou melhores condições para a absorção de nutrientes, formação de espigas e enchimento de grãos, comparativamente ao cultivo semeado em fevereiro, o qual sofreu maior limitação hídrica a partir do início da fase reprodutiva. Fica evidente a vantagem da primeira época quanto ao favorecimento da expressão do potencial produtivo do milho, que, assim, teve melhor formação e produtividade de grãos, com conseqüente redistribuição de nutrientes para esse compartimento da planta, resultando em maiores quantidades exportadas.

É interessante notar que a dinâmica do K na planta parece ter sido mais fortemente influenciada pelas condições climáticas que caracterizaram as duas épocas de cultivo. Observa-se que a extração do nutriente pelo milho não diferiu significativamente em função das épocas, enquanto a exportação nos grãos foi reduzida em cerca de 38% no cultivo semeado mais tardiamente (Tabela 6). Esse nutriente foi também o que apresentou maior variação entre a proporção exportada em uma e outra época de cultivo. Os aspectos climáticos são parte da explicação para esses fatos. Ocorre que durante a fase vegetativa nos dois cultivos não houve maior escassez de chuvas (Figura 1), sendo mais nítida tal limitação somente no cultivo tardio a partir do início do florescimento (por volta de 60 dias após a semeadura).

**Tabela 4-** Resumo da análise de variância dos dados de extração de carbono, macro e micronutrientes pelo milho safrinha.

F.V	G.L.	Quadrado médio										
		C	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
Época-E	1	14023676,8**	4329,5**	405,7**	219,6	70,2**	57,7*	106,6**	1790,6**	1566249,1**	28891,9**	46427,3**
Repetição(E)	6	941013,4	547,5	8,4	398,1	16,1	5,0	6,0	79,9	18017,9	261,8	1093,8
NPKsemeadura-S	3	256572,5	1067,2	10,9	395,3	20,2	12,7	4,6	70,2	73467,8	8889,5**	839,7
N Cobertura-C	1	5619471,7*	6800,3**	30,4	1503,4*	74,0*	66,3*	34,1**	489,1**	200557,3*	9639,6**	2831,3
S x C	3	637716,1	244,7	4,2	43,0	0,55	0,7	0,8	16,4	27962,8	535,6	478,3
E x S	3	227088,6	281,4	1,4	57,3	2,0	3,7	0,7	13,5	31447,8	572,5	188,0
E x C	1	8606,7	97,2	1,2	252,1	1,7	9,7	0,1	14,9	3016,6	169,1	2868,4
E x S x C	3	851699,0	256,1	2,2	170,3	4,5	3,5	1,0	39,1	75266,4	880,5	788,2
Resíduo	42	905138,8	511,9	8,5	298,2	8,7	8,7	3,1	61,4	42666,2	1263,0	2024,4
Total	63											
C.V (%)		16,05	13,45	19,08	16,42	16,69	17,39	15,10	18,94	15,29	16,54	21,14

\* e \*\* Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 5-** Resumo da análise de variância dos dados de exportação de carbono, macro e micronutrientes pelo milho safrinha.

F.V.	G.L.	Quadrado médio										
		C	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
Época-E	1	6516002,8**	730,8	199,4**	1700,2**	0,2**	0,02	9,6*	120,0**	11533,1**	245,3**	172,6
Repetição(E)	6	290508,0	158,8	5,7	1,9	0,02	1,8	2,2	9,6	582,8	10,1	572,4
NPK semeadura-S	3	96336,8	209,0	6,3	10,1	0,01	0,7	0,8	4,4	459,9	34,7	347,7
N Cobertura-C	1	911893,7	1110,8*	13,8	14,5	0,01	0,5	8,1*	19,4	518,9	36,2	1567,6
S x C	3	3178,9	190,4	0,9	9,0	0,03	0,5	1,13	8,9	213,9	21,1	268,5
E x S	3	119380,6	423,0	0,1	11,9	0,01	0,6	2,0	3,7	358,3	27,5	485,2
E x C	1	1342,4	0,4	4,5	3,3	0,05	1,8	0,4	10,7	7,1	4,0	1596,0
E x S x C	3	475498,0	267,1	2,3	12,1	0,001	1,3	0,9	17,8	344,7	22,9	438,9
Resíduo	42	357514,7	235,2	5,1	15,9	0,02	1,3	1,3	7,6	530,1	26,9	518,4
Total	63											
C.V (%)		20,07	13,98	19,18	17,98	25,75	21,26	16,23	18,04	25,63	17,27	18,64

\* e \*\* Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F.



**Tabela 6-** Extração e exportação de macronutrientes (kg ha<sup>-1</sup>) e carbono (kg ha<sup>-1</sup>) e proporção exportada (%) pela cultura do milho safrinha, em duas épocas de cultivo (semeadura em janeiro e fevereiro), na região de Rio Verde – GO, 2014.

Nutriente	Extração		Exportação		Proporção exportada	
	Janeiro	Fevereiro	Janeiro	Fevereiro	Janeiro	Fevereiro
N	176,4 a	159,9 b	113,1 a	106,3 a	64,1	66,5
P	17,8 a	12,7 b	13,5 a	10,0 b	75,8	78,7
K	103,3 a	107,0 a	27,3 a	17,0 b	26,4	15,9
Ca	18,7 a	16,6 b	0,5 b	0,6 a	0,03	0,04
Mg	17,8 a	19,9 b	5,3 a	5,3 a	29,8	26,6
S	13,0 a	10,4 b	7,5 a	6,7 b	57,7	64,4
C	6397,5 a	5461,3 b	3297,8 a	2659,7 b	51,5	48,7

Para as variáveis extração e exportação, médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Considerando que cerca de dois terços do total de K contido na planta é absorvido ao longo do período antecedente ao florescimento do milho (Bender et al., 2013), constata-se que não houve restrição na fase de acúmulo do nutriente, justificando a extração similar para as épocas de semeadura em janeiro e fevereiro. Já a menor exportação na segunda época pode ser explicada não apenas pela redução da produtividade, mas provavelmente também pela limitada redistribuição do K para os grãos sob condições de deficiência hídrica na fase de formação da espiga e do enchimento de grãos.

Embora entre as épocas de semeadura do milho tenha havido diferença em relação à quantidade acumulada de cada nutriente, a magnitude de extração manteve a mesma ordem para os dois cultivos, sendo: N>K>Ca>Mg>P>S. Broch & Ranno (2009), assim como Roscoe & Miranda (2013), relataram a sequência de extração N>K>P>Mg>Ca>S, enquanto Coelho & Resende (2008) mencionam N>K>P>Ca>Mg. Pela comparação dessas informações, percebe-se que, à exceção do N e K, que são sempre absorvidos em grandes quantidades (Vergütz & Novais, 2015), a acumulação dos demais macronutrientes é mais influenciada pelas características peculiares a cada condição de cultivo em safrinha, havendo variação na ordem de extração de P, Ca, Mg e S, conforme a fonte de consulta.

Em relação à exportação nos grãos colhidos verifica-se que, apesar do intenso acúmulo de K nas plantas, a proporção desse nutriente direcionada para os grãos foi relativamente baixa (Tabela 6), como tipicamente ocorre na cultura do milho (Coelho & França, 1995; Resende et al., 2014). Comportamento contrário ocorre no caso do P, que, embora não seja acumulado em grande quantidade na planta, é majoritariamente alocado nos grãos, o que resulta em elevado percentual exportado na colheita. No presente trabalho, a ordem de exportação dos macronutrientes foi a seguinte: N>K>P>S>Mg>Ca. Essa sequência corrobora as indicações de Bull et al. (1993) para o milho cultivado na safra de verão. Para o milho safrinha, Roscoe & Miranda (2013) mencionaram que o P foi o segundo nutriente mais exportado após o N, enquanto o Ca foi o menos. As diferenças entre os estudos podem ser atribuídas a fatores como época de semeadura, cultivar e condição climática durante os estádios de desenvolvimento (Bull et al., 1993), os quais afetam a absorção e exportação dos nutrientes pela cultura.

As quantidades de carbono acumuladas nas plantas (Tabela 6) corresponderam a cerca de 40% da biomassa total produzida pelo milho (Tabela 3). Do carbono incorporado aos tecidos, aproximadamente metade é removida do sistema pela colheita dos grãos. As quantidades remanescentes na palhada equivaleram, respectivamente, a 3.100 e 2.802 kg ha<sup>-1</sup> de C nos cultivos com semeadura em janeiro e fevereiro. Embora não seja requerido nas adubações, o aporte de C advindo da atividade fotossintética das plantas é fundamental para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas devido ao seu papel na constituição da matéria orgânica e na atividade biológica do solo, com todas as implicações para a qualidade química e física dos ambientes de produção. Nesse aspecto, cabe enfatizar a importância do milho para o sistema soja-milho safrinha, uma vez que a quantidade de C incorporada ao solo, oriunda do cultivo da leguminosa, é muito menor (Bayer et al., 2006; Rodrigues Junior et al., 2009).

Na média dos tratamentos que receberam a adubação nitrogenada de cobertura, observou-se maior extração de N, K, Ca, Mg e S em comparação à média dos tratamentos sem cobertura (Tabela 7). Porém, no tocante à exportação, apenas N e S apresentaram maiores valores em função da adubação de cobertura.

Provavelmente, as diferenças de extração ocorreram em virtude de o nitrogênio fornecido em cobertura ter resultado em plantas mais vigorosas e com maior produção de

biomassa seca (Tabela 3), o que incrementa a demanda por todos os nutrientes, levando, consequentemente, à maior absorção e acumulação dos nutrientes disponíveis no sistema.

**Tabela 7-** Extração e exportação de macronutrientes (kg ha<sup>-1</sup>) e carbono (kg ha<sup>-1</sup>) e proporção exportada (%) pelo milho safrinha, sem (Cob. 0) e com (Cob. 50) adubação nitrogenada em cobertura, na região de Rio Verde – GO.

Nutriente	Extração		Exportação		Proporção exportada	
	Cob. 0	Cob. 50	Cob. 0	Cob. 50	Cob. 0	Cob. 50
N	157,9 b	178,5 a	105,5 b	113,8 a	66,8	63,7
P	14,6 a	16,0 a	11,3 a	12,2 a	77,4	76,3
K	100,3 b	110,0 a	21,6 a	22,6 a	21,5	20,5
Ca	16,6 b	18,8 a	0,5 a	0,5 a	0,03	0,03
Mg	15,9 b	17,9 a	5,2 a	5,4 a	32,7	30,2
S	11,0 b	12,4 a	6,8 b	7,5 a	61,8	60,5
C	5633,1 b	6225,7 a	2859,4 a	3098,1 a	50,7	49,7

Para as variáveis extração e exportação, médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O acúmulo de nitrogênio na parte aérea da planta é de grande importância no momento de enchimento de grãos, já que, nesta fase, o nitrogênio absorvido pelas raízes não é suficiente para atender à demanda para a formação dos grãos, processo que passa a se valer da redistribuição de N das partes vegetativas (Souza & Fernandes, 2006). Portanto, o seu fornecimento em cobertura favorece a longevidade das folhas baixas e aumenta a quantidade do nutriente disponível ao final do ciclo para compor os grãos.

A maior extração e exportação de enxofre em função da adubação nitrogenada em cobertura também pode ser explicada pela sinergia existente entre esses nutrientes (Plessis & Azenbag, 1994), sugerindo que o fornecimento de N em cobertura estimularia a absorção de S.

Noutra abordagem comparativa, os valores de extração e exportação de macronutrientes e carbono são representados em base equivalente para cada tonelada de grãos de milho produzida na safrinha, nos cultivos com semeadura em janeiro e fevereiro (Tabela 8). Cabe lembrar que os valores de exportação por tonelada, expressos em kg t<sup>-1</sup>, podem

também ser diretamente interpretados como os teores dos nutrientes presentes nos grãos, cuja unidade de expressão de resultados na análise de laboratório ( $\text{g kg}^{-1}$ ) corresponde à mesma grandeza.

**Tabela 8-** Extração e exportação de macronutrientes e carbono por tonelada de grãos produzida ( $\text{kg t}^{-1}$ ) pelo milho safrinha, em duas épocas de cultivo (semeadura em janeiro e fevereiro), na região de Rio Verde – GO, 2014.

Nutriente	Extração por tonelada de			Exportação por tonelada de		
	grãos		<u>Média</u>	grãos		<u>Média</u>
	Janeiro	Fevereiro		Janeiro	Fevereiro	
N	20,4	23,0	21,7	13,0	15,3	14,2
P	2,0	1,8	1,9	1,5	1,4	1,5
K	12,1	15,4	13,8	3,1	2,4	2,8
Ca	2,2	2,4	2,3	0,05	0,08	0,07
Mg	2,1	2,3	2,2	0,6	0,8	0,7
S	1,5	1,5	1,5	0,9	1,0	1,0
C	742,4	786,7	764,6	377,0	382,3	379,7

Para conversão de P em  $\text{P}_2\text{O}_5$  e K em  $\text{K}_2\text{O}$ , multiplicar o valor da tabela por 2,29 e 1,2, respectivamente.

Observa-se que há variações nas taxas de extração e exportação dos nutrientes por tonelada de grãos conforme a época de semeadura do milho safrinha (Tabela 8), o que pode estar relacionado a fatores climáticos ligados à disponibilidade hídrica, influenciando os processos de absorção radicular (Raij, 2011), acúmulo na parte aérea e redistribuição dos diferentes nutrientes para os grãos, a exemplo do que foi anteriormente discutido em relação ao potássio. No caso das taxas de exportação, pode também haver influência dos efeitos de concentração e diluição de nutrientes (Jarrel & Beverly, 1981) nos grãos, decorrentes da menor ou maior produtividade obtida em função da época de cultivo.

De modo geral, nos dois cultivos de milho que constituíram o presente estudo, a quantidade de macronutrientes extraídas e exportadas para cada tonelada de grãos produzida (Tabela 8) são inferiores aos dados reportados na literatura. Para a extração de N, P e K relatada em publicações relacionadas ao milho safrinha, os intervalos variam de 19,6 a 28,0; 3,4 a 9,8; e 16,6 a 21,8  $\text{kg t}^{-1}$ , respectivamente (Coelho & Resende, 2008; Roscoe & Miranda,

2013; Duarte et al., 2013). Em relação à exportação, Roscoe & Miranda (2013) mencionam valores de 15,8; 8,7; e 5,8 kg t<sup>-1</sup> de N, P e K, respectivamente. Duarte et al. (2013) informam taxas de exportação de 15,0; 3,6; 4,7; e 1,2 kg de N, P, K e S por tonelada de grãos produzida.

De acordo com Bender et al. (2013), a remoção de nutrientes pelo milho é relativamente constante quando se considera a exportação por unidade de grãos produzida (kg t<sup>-1</sup>). Entretanto, ao compilar e comparar dados de exportação de N, P e K indicados em diferentes publicações brasileiras das últimas décadas, Resende et al. (2012) evidenciaram a tendência de decréscimo nos valores reportados em trabalhos mais recentes. Essa tendência sugere prováveis ganhos na eficiência de utilização de nutrientes por genótipos modernos de milho cultivados em sistemas mais tecnificados.

Na prática, as mudanças nos padrões de exportação de nutrientes, ao longo do tempo ou de uma região produtora para outra, têm implicações para o dimensionamento da adubação de manutenção, uma vez que deve-se considerar os índices de exportação como critério na tomada de decisão (Cruz et al., 2011), especialmente em se tratando da modalidade de cultivo na safrinha. Nesse contexto, a menor magnitude de exportação de macronutrientes observada nos cultivos em Rio Verde – GO, comparativamente às referências disponíveis na literatura, constitui informação relevante para o manejo da fertilidade do solo na região e sinaliza para a conveniência de se aferir localmente os padrões de demanda nutricional do milho safrinha.

Em princípio, as menores taxas de exportação verificadas no presente estudo confirmam a possibilidade de se trabalhar com doses relativamente baixas de fertilizantes, atendendo satisfatoriamente à demanda do milho safrinha cultivado em solos de fertilidade corrigida. Essa alternativa é reforçada pela ausência de resposta em produtividade de grãos frente aos tratamentos com adubação NPK na semeadura e com N em cobertura nos dois cultivos avaliados (Tabela 2).

### **Micronutrientes**

De forma análoga ao observado para os macronutrientes, o cultivo com semeadura realizada no mês de janeiro proporcionou maior extração dos micronutrientes, se comparado ao cultivo semeado no mês de fevereiro (Tabela 9), o que pode ser explicado, conforme já discutido, pela condição de pluviosidade mais favorável à produção de biomassa quando o milho foi semeado mais cedo (Figura 1, Tabela 3).

Também a adubação nitrogenada em cobertura promoveu maior absorção dos micronutrientes (Tabela 10), de modo similar ao que se verificou para os macronutrientes. A exceção foi o Zn, que não apresentou diferença significativa de acúmulo, embora em valor absoluto a absorção tenha sido incrementada com a cobertura nitrogenada. Novamente, o aumento da produção de biomassa devido a essa adubação (Tabela 3) é o que justificaria a maior extração de micronutrientes pelo milho nesse caso.

**Tabela 9-** Extração e exportação de micronutrientes (g ha<sup>-1</sup>) e proporção exportada (%) pela cultura do milho safrinha, em duas épocas de cultivo (semeadura em janeiro e fevereiro), na região de Rio Verde – GO, 2014.

Nutriente	Extração		Exportação		Proporção exportada	
	Janeiro	Fevereiro	Janeiro	Fevereiro	Janeiro	Fevereiro
Cu	46,6 a	36,1 b	13,9 b	16,6 a	29,8	46,0
Fe	1507,2 a	1194,3 b	76,4 b	103,2 a	5,0	8,6
Mn	236,1 a	193,6 b	32,0 a	28,1 b	13,5	14,5
Zn	239,7 a	185,9 b	123,8 a	120,5 a	51,6	64,8

Para as variáveis extração e exportação, médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Com relação à exportação, a época de cultivo não teve influência igual sobre todos os micronutrientes avaliados. A semeadura em janeiro resultou em quantidades significativamente menores de Cu e Fe removidas nos grãos colhidos, maior quantidade de Mn e indiferente no caso do Zn (Tabela 9). Já a adubação de cobertura com nitrogênio não modificou os níveis de exportação desses micronutrientes (Tabela 10).

Pelos dados obtidos, verifica-se que o Fe foi o micronutriente absorvido pelo milho safrinha em maior quantidade, seguido de Mn e Zn, que foram acumulados em quantidades semelhantes e bem superiores ao mensurado para o Cu. Apesar da maior extração de Fe, este foi o micronutriente com menor taxa de exportação (< 10%), permanecendo, portanto, majoritariamente nos restos culturais. Por sua vez, o Zn teve a maior taxa de exportação (> 50%), seguido por Cu e Mn. A ordem de extração Fe>Mn≥Zn>Cu, assim como a elevada exportação de Zn, corroboram as indicações de Roscoe & Miranda (2013).

**Tabela 10-** Extração e exportação de micronutrientes ( $\text{g ha}^{-1}$ ) e proporção exportada (%) pelo milho safrinha, sem (Cob. 0) e com (Cob. 50) adubação nitrogenada em cobertura, na região de Rio Verde – GO.

Nutriente	Extração		Exportação		Proporção exportada	
	Cob. 0	Cob. 50	Cob. 0	Cob. 50	Cob. 0	Cob. 50
Cu	38,6 b	44,1 a	14,6	16,0	32,9	32,3
Fe	1294,8 b	1406,7 a	87,0	92,7	5,4	5,6
Mn	202,6 b	227,1 a	29,3	30,8	12,2	11,8
Zn	206,2 a	219,5 a	117,2	127,1	52,0	54,1

Para a variável extração, médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na Tabela 11 são apresentados os resultados de extração e exportação de micronutrientes por tonelada de grãos de milho nos cultivos com semeadura em janeiro e fevereiro do ano de 2014. É interessante notar que, embora a extração absoluta tenha sido maior no primeiro cultivo (Tabela 9), as taxas de extração relativizadas pela produtividade mantiveram-se relativamente constantes entre os dois cultivos (Tabela 11).

**Tabela 11-** Extração e exportação de micronutrientes por tonelada de grãos produzida pelo milho safrinha ( $\text{g t}^{-1}$ ) em duas épocas de cultivo (semeadura em janeiro e fevereiro), na região de Rio Verde – GO, 2014.

Nutriente	Extração por tonelada de grãos			Exportação por tonelada de grãos		
			Média			Média
	Janeiro	Fevereiro		Janeiro	Fevereiro	
Cu	5,4	5,2	5,3	1,6	2,4	2
Fe	178,5	173,4	176,0	8,8	14,8	11,8
Mn	27,8	28,0	27,9	3,7	4,0	3,9
Zn	27,5	26,8	27,2	14,3	17,3	15,8

Por outro lado, tanto a porcentagem exportada (Tabela 9) quanto a taxa de exportação por tonelada de grãos colhida (Tabela 11) foram mais elevadas no segundo cultivo, o qual sofreu maior restrição hídrica após a fase de polinização (Figura 1). Esse comportamento sugere que, a despeito do comprometimento da produtividade, a condição de estresse hídrico

possa ter potencializado a redistribuição desses micronutrientes catiônicos das partes vegetativas para os grãos.

As taxas médias de exportação por tonelada produzida (Tabela 11), que correspondem aos teores nos grãos, foram menores que as encontradas por Bender et al. (2013), que, na média de seis híbridos e dois locais com produtividade ao redor de 13,5 t ha<sup>-1</sup> nos EUA, encontraram taxas de 3,4; 20,7; 6,0; e 25,7 g t<sup>-1</sup> para Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente. No Brasil, Broch & Ranno (2012) reportaram exportação em milho safrinha da ordem de 1,2; 11,6; 6,1; e 27,6 g t<sup>-1</sup> para Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente.

Os resultados do presente estudo levam à constatação de que a demanda nutricional do milho safrinha, expressa pela extração e exportação de macro e micronutrientes, podem variar devido aos condicionantes climáticos e de manejo, que modulam o crescimento de plantas e a produtividade final a cada cultivo. As diferenças observadas nas taxas de extração e exportação em relação às informações das fontes de consulta disponíveis na literatura comprovam a necessidade de se particularizar a quantificação dessas taxas em âmbito regional ou local, como forma de se aprimorar os critérios para tomada de decisões de manejo visando maior eficiência produtiva e rentabilidade no sistema soja-milho safrinha.

## CONCLUSÕES

O desenvolvimento e a demanda nutricional do milho safrinha são influenciados pela disponibilidade hídrica ditada pelas condições climáticas conforme a época de cultivo, bem como pela adubação nitrogenada em cobertura, sem, contudo, serem afetados pela adubação NPK realizada na semeadura.

Há maior produção de biomassa seca e produtividade de grãos com a semeadura em janeiro, comparando-se a fevereiro; a adubação nitrogenada em cobertura promove incremento de biomassa sem influenciar na produtividade. O cultivo na primeira época e o nitrogênio em cobertura resultam em maior extração da maioria dos nutrientes, sem necessariamente implicar em maiores taxas de exportação com a colheita dos grãos.

Em média, as taxas de extração são da ordem de 21,7; 1,9; 13,8; 2,3; 2,2; 1,5 kg t<sup>-1</sup> de grãos para N, P, K, Ca, Mg e S; e de 5,3; 176,0; 27,9; 27,2 g t<sup>-1</sup> de grãos para Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente. As taxas de exportação correspondem a 14,2; 1,5; 2,8; 0,07; 0,7; 1,0 kg



t<sup>-1</sup> de grãos para N, P, K, Ca, Mg e S; e de 2,0; 11,8; 3,9; 15,8 g t<sup>-1</sup> de grãos para Cu, Fe, Mn e Zn, respectivamente.

Com base nas quantidades exportadas com a colheita dos grãos, a reposição dos nutrientes requeridos pelo milho safrinha corresponde a doses relativamente baixas de fertilizantes na adubação de manutenção.

## REFERÊNCIAS:

ALVAREZ V. V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F. et al. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 314 – 315.

ALVES, V. M. C.; VASCONCELLOS, C. A.; FREIRE, F. M. et al. Milho. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 314 – 315.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A.; DIECKOW, J. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. **Soil Till. Res.**, v.86, 237-245, 2006.

BELOW, F.E. **Fisiologia, nutrição e adubação nitrogenada do milho**. Piracicaba: Potafós, 2002. p.7-12 (Informações Agronômicas, 99).

BENDER, R.R HAEGELE, J.W; RUFFO, M.L; BELOW, F.E. Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids. **Agronomy Journal** 105:161-170. 2013.

BOLOGNA-CAMPBELL, I.R. **Balanço de nitrogênio e enxofre no sistema solo-cana-de-açúcar no ciclo de cana-planta**. 2007. 110p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

BROCH, D. L.; RANNO, S. K. Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura do milho safrinha, in: **Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de inverno**. Fundação MS, Maracaju-MS, p. 5-29, 2009.

BULL, L. T. Nutrição Mineral do Milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 63-146.

CANTARELLA, H. Calagem e adubação do milho. In: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 147-198.

COELHO, A. M.; RESENDE, A. V. **Exigências nutricionais e adubação do milho safrinha**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2008. 10 p. (Circular Técnica 111).

COELHO, A.M.; FRANCA, G.E. Nutrição e adubação. In: POTAFOS. (Piracicaba, SP). **Seja o doutor do seu milho**. Piracicaba: 1995.p.1-9 (POTAFOS. Arquivo do agrônomo,2).

COLETTI, A. J; LAZARINI, E; DALCHIAVON, F. C; PIVETTA, R. S; COLETTI, F. Produtividade de grãos e palhada no consórcio de milho com *Urochloa* na safrinha, em função da adubação. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2159-2174. 2013

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acomp. safra bras. grãos, v. 3 - Safra 2015/16, n 5** - Quinto levantamento, fevereiro 2016.

COSTA, A.F.S. **Influência das condições climáticas no crescimento e desenvolvimento de plantas de milho (*Zea mays* L.), avaliadas em diferentes épocas de plantio**. 1994. 109p. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CRUZ, J. C.; SILVA, G. H.; PEREIRA FILHO, I. A.; GONTIJO NETO, M. M.; MAGALHÃES, C. **Sistema de produção de milho safrinha de alta produtividade**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 10p. (Circular técnica 160).

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.327-354.

DUARTE, A. P.; CANTARELA, H.; BATISTA, K. Manejo de nitrogênio e ciclagem de nutrientes na cultura do milho safrinha. In: **Seminário Nacional de Milho Safrinha**, 10., 2009, Rio Verde. Anais... Rio Verde: FESURV, 2009. p. 89-105.

DUARTE, A. P; KURIHARA, C. H; CANTARELLA, H. Adubação de Milho Safrinha em Consórcio com Braquiária. In: CECCON, G. **Consórcio Milho-Braquiária**. Brasília, DF. Embrapa, 2013. p. 113-142

DUARTE, A.P.; CANTARELLA, H. Adubação em sistemas de produção de soja e milho safrinha. In: **Seminário Nacional de Milho Safrinha: rumo a estabilidade**, 9. 2007, Dourados, 2007. Anais. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. p.44-61. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 89).

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042. 2011.

GALVÃO, J. C.C.; TROGELLO, E.; PEREIRA, L. P. L. Milho Segunda Safra. In: **Milho: do plantio à colheita**. Ed. GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. G. Viçosa, MG: Editora UFV. 2015. p. 207-223.

GONTIJO NETO, M. M.; MAY, A.; VANIN, A.; SILVA, A. F.; SIMÃO, E. DE P.; SANTOS, E. A. S.; QUEIROZ, L. R.; BARCELOS, V. G. F. Avaliação de cultivares de milho e épocas de semeadura em safrinha na região de Rio Verde (GO). XII **Seminário Nacional de Milho Safrinha “Estabilidade e Produtividade”**. Dourados, MS, 2013. p. 1-6.

KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M.; SILVA, J. A. N. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 251-259, 2009.

LANGE, A.; CAIONE, G.; SCHONINGER, E. L.; SILVA, R. G. Produtividade de milho safrinha em consórcio com capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.1, p. 35-47, 2014

LONERAGAN, J. F. Distribution and movement of copper in plants. In: LONERAGAN, J. F.; ROBSON, A. D.; GRAHAM, R. D. Copper in Soils and Plants. **Academic Press**, Sydney. 1982. p. 165–188.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, Respiração, Relações Hídricas e Nutrição Mineral**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2009. 486 p.

NASCIMENTO, F M.; BICUDO, S. J.; RODRIGUES, J. G. L.; FURTADO, M. B.; SÉRGIO CAMPOS, S. Produtividade de genótipos de milho em resposta à época de semeadura. **Revista Ceres**. v.58, n.2. p. 193-201. 2011.

PLESSIS, J. P.; AGENBAG, G. A. Reaction of two wheat cultivars to nitrogen and sulphur fertilizer in the Swartland: I. vegetative growth, nitrogen and sulphur uptake and concentration in the plant. **South African Journal of Plant and Soil**, Pretoria, v. 11, n. 4, p. 163-169, 1994.

RAGAGNIN, V. A.; SENA JUNIOR, D. G.; KLEIN, V.; LIMA, R. S.; COSTA, M. M.; OLIVEIRA NETO, O, V. Adubação nitrogenada em milho safrinha sobre plantio direto em Jataí-GO. **Global Science and Technology**, v. 03, n. 02, p. 70-77, 2010.

RESENDE, A. V.; MARS, G.; SIMÃO, E. de P.; GUIMARAES, P. E. O.; GUIMARÃES, L.J.M. COMPARTIMENTALIZAÇÃO E DINÂMICA DE POTÁSSIO EM PLANTAS DE MILHO. In: **XX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo**, 2014, Cusco - Perú. EDUCAR para PRESERVAR el Suelo y Conservar la Vida en La Tierra, 2014.

RODRIGUES JÚNIOR, D.J.; TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; FABIAN, A.J. **Produção de grãos e decomposição dos resíduos culturais de milho e soja em função das plantas de cobertura**. II Seminário Iniciação Científica – IFTM, Campus Uberaba, MG. 2009.

ROSCOE, R; MIRANDA, R. DE A, S. **Manejo da Adubação do Milho Safrinha**. Fundação MS. 2013. Disponível em: [http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/49/49/5399b261378ac99ed5725dd348adaefdb4f8adf4176b1\\_capitulo-01\\_manejo -e-adubacao-do-milho-safrinha.pdf](http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/49/49/5399b261378ac99ed5725dd348adaefdb4f8adf4176b1_capitulo-01_manejo -e-adubacao-do-milho-safrinha.pdf). Acesso em: 13/09/2015.

SICHOCKI, D.; GOTT, R. M.; FUGA, C. A. G.; AQUINO, L. A.; RUAS, R. A. A.; NUNES, P. H. M. P. Resposta do milho safrinha à doses de nitrogênio e de fósforo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.1, p. 48-58, 2014.

SILVA F.C. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2009. 370p.

SILVA, E. C.; FERREIRA, S. M.; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L.; GUIMARÃES, G. L. Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n.5, p. 725-733, 2005.

SORATTO, R. P.; PEREIRA, M.; COSTA, T. A. M.; LAMPERT, V. N. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, p. 511-518, 2010.

SOUZA, E. F. C.; SORATTO, R. P. Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 3, p. 395-405, 2006.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 215-252.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722p.

TSUNECHIRO, A.; OLIVEIRA, M. D. M.; FURLANETO, F. P. D.; DUARTE, A. P. **Análise técnica e econômica de sistemas de produção de milho safrinha, região do Médio Paranapanema**, estado de São Paulo. 2006. Disponível em: <<http://ftp://ftp.sp.gov.br/ftp/iea/publicacoes/tec6-0906.pdf>>. Acessado em: 29 de Dezembro de 2015.

VERGUTZ, L.; NOVAIS, R. F. Recomendação de Corretivos e Adubação. In: GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. **Milho do Plantio à Colheita**. Editora UFV, Viçosa. 2015. p.108-136

VILHEGAS, A.C.G.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SCAPIM, C.A.; GONÇALVESVIDIGAL, M.C.; BRACCINI, A.L.; SAGRILO, E. Efeito de épocas de semeadura e estabilidade de híbridos de milho em plantios de Safrinha no Noroeste do Paraná. **Bragantia**, n. 60, p. 45-51, 2001.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 299-325.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema milho safrinha após soja é de grande importância para o agronegócio brasileiro, por ser atualmente a combinação de culturas mais expressivas nas áreas de produção de grãos. No entanto, as recomendações de manejo da fertilidade do solo nas diversas regiões produtoras não são consensuais, permanecendo ainda dúvidas quanto ao potencial de resposta à adubação e também a respeito da demanda nutricional conforme a época de semeadura do milho safrinha.

No presente trabalho, comprovou-se que a semeadura mais cedo após a colheita da soja e a utilização de uma dose moderada de nitrogênio ( $50 \text{ kg ha}^{-1}$ ) em cobertura são fatores preponderantes para maior desenvolvimento e produtividade de grãos do milho safrinha na região de Rio Verde – GO. Nessas condições, a extração de macro e micronutrientes é significativamente maior. Por isso, embora diferentes opções de adubação NPK na semeadura não tenham influenciado diretamente a produtividade, há a necessidade de uma adubação de manutenção mínima que possa sustentar a lavoura em circunstâncias que conferem maior potencial de desenvolvimento vegetativo e produtividade à cultura. Ou seja, apesar das incertezas climáticas no período da safrinha, a adubação do milho é estratégica para garantir o máximo desempenho da cultura quando a oferta ambiental é favorável a uma maior produtividade. Sem o devido cuidado com a adubação de manutenção, a alta produtividade do milho safrinha pode impactar negativamente a reserva de nutrientes existente no ambiente de produção, prejudicando a cultura subsequente.

Com base nos dados de exportação determinados neste trabalho verificou-se que o potencial de remoção de nutrientes com a colheita dos grãos na safrinha é consideravelmente inferior ao que se registra no caso do milho cultivado na safra de verão. Desse modo, a adubação de manutenção visando à reposição do que foi exportado na safrinha corresponde a quantidades relativamente pequenas de fertilizantes.

Por fim, é importante compreender que o sistema de produção safra/safrinha deve ser gerenciado como sistema único, visando favorecer a produtividade, a nutrição das culturas envolvidas e o manejo correto da fertilidade do solo. Preferencialmente, o ciclo do milho safrinha deve ser conciliado com o período de maior frequência de chuvas, principalmente no final da fase de desenvolvimento vegetativo e na fase reprodutiva. A adubação deve

considerar o sistema de produção e não a exploração isolada das culturas, repondo sempre os nutrientes que são exportados com as colheitas.